ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1946.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE CARTAN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance M. le Président s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

J'ai le regret de vous annoncer le décès, survenu jeudi dernier, 13 juin, de notre Confrère Louis Martin, Membre de la Section des Académiciens libres.

Louis Martin, né au Puy le 20 septembre 1864, a passé la plus grande partie de sa vie à l'Institut Pasteur. Interne des hôpitaux de Paris en 1892, il devient la même année préparateur à l'Institut Pasteur, le dernier nommé avant la mort du grand savant.

Ses travaux les plus importants se rattachent au traitement de la diphtérie. Peu de temps après que Behring et Kitasato eurent fait connaître leur grande découverte des sérums antitoxiques, Louis Martin fut associé à l'expérimentation du nouveau traitement de la diphérie dû au Docteur Roux. Il est avec lui l'un des signataires de la communication faite en août 1894 au Congrès de Budapest, communication qui entraîna la conviction dans tous les esprits et fit entrer définitivement dans la pratique la sérothérapie de la diphtérie préconisée par le Docteur Roux. Depuis cette époque, Louis Martin ne cessa de travailler à l'étude des nombreux problèmes que pose le traitement de la diphtérie. Dans sa Thèse de doctorat (1897), il étudie les propriétés du bacille diphtérique et préconise pour la production de la toxine diphtérique, indispensable à la formation de l'antitoxine, un bouillon aujourd'hui utilisé dans tous les laboratoires sous le nom de « bouillon Martin ».

L'association fréquente du bacille diphtérique à d'autres microbes pathogènes est la source de complications, qui ont fait l'objet d'études étendues de Louis Martin; il montre la nécessité de l'examen des fausses membranes et de leur ensemencement sur sérum coagulé pour distinguer l'angine diphtérique des angines à fausses membranes. Il indique des moyens simples de distinguer les bacilles pseudo-diphtériques des vrais bacillles diphtériques. Il montre comment, dans les épidémies, on peut dépister les personnes contaminées et

éviter l'extension de la maladie. Il s'est particulièrement occupé des porteurs de germes et a indiqué un procédé pour les débarrasser des bacilles qu'ils conservent dans leur gorge.

Louis Martin s'est aussi beaucoup occupé du problème de l'immunisation. Il a organisé un centre de vaccination et formé des équipes capables de vacciner les enfants dans les agglomérations telles que pensions, écoles, colonies de vacances.

L'activité scientifique du Docteur Martin ne s'est pas bornée au traitement de la diphtérie : on lui doit des recherches intéressantes sur différentes maladies qu'on n'a pas l'habitude de rencontrer dans nos climats. Il en est ainsi de la *Spirochétose ictéro-hémorragique*, dont quelques cas apparurent dans l'Armée en 1916, et qui avait d'abord été étudiée par des médecins japonais; en collaboration avec le Dr Pettit, le Dr Martin a pu préparer un sérum doué de propriétés thérapeutiques. La *maladie du sommeil*, qui fait tant de ravages parmi les populations noires de l'Afrique, n'épargne pas les Blancs; le Dr Martin a eu l'occasion de soigner, à l'hôpital Pasteur, un certain nombre de coloniaux (fonctionnaires, missionnaires etc.) atteints de cette affection. Il a préconisé un traitement par l'atoxyl et l'émétique associés; il eut le premier l'idée, pour éviter les inconvénients causés par la causticité du remède, de pratiquer des injections intraveineuses, procédé qui donna toute satistifaction et qui fut ensuite adopté pour les arsénicaux dans le traitement de la syphilis.

Lorsque le Service de Sérothérapie, d'abord limité aux sérothérapies antitétanique et antidiphtérique, étendu ensuite à diverses autres affections, fut fondé en 1894 à l'Institut Pasteur, la direction en fut confiée à Louis Martin, qui eut à résoudre les multiples problèmes techniques que comportait la préparation régulière de centaines de milliers de doses de sérums thérapeutiques. Pendant la guerre de 1914-1918, le Service prit nécessairement une énorme extension, puisqu'il eut à fournir à l'Armée française et aux Armées alliées plus de 6 millions de doses du seul sérum antitétanique. On comprendra et l'on admirera l'activité que durent déployer le Dr Martin et ses collaborateurs.

Il me reste à parler du rôle important joué par le Dr Martin dans la création et l'aménagement en 1900 de l'hôpital Pasteur. Cet hôpital présente cette particularité de recevoir dans un même pavillon des malades atteints de diverses affections contagieuses, mais ces malades sont complètement isolés les uns des autres. C'est le Dr Martin qui a étudié les plans de l'hôpital et en a surveillé la construction. Pendant les nombreuses années où il a été chargé de sa direction, il a fait preuve de remarquables qualités de praticien et d'administrateur. L'expérience a prouvé que les dangers de contagion sont beaucoup moindres dans l'isolement individuel des malades pratiqué à l'hôpital Pasteur que dans l'isolement collectif pratiqué généralement dans les hôpitaux de contagieux. Aussi l'hôpital Pasteur a-t-il servi de modèle à beaucoup d'hôpitaux construits par la suite.

Le Dr Martin faisait partie depuis 1919 de l'Académie de Médecine, qu'il présida en 1940. Il avait été nommé en 1935 président du Conseil Supérieur d'Hygiène publique de la France. Chargé en 1934 de la direction de l'Institut Pasteur, il conserva cette direction jusqu'en 1941. Il avait été élu Membre de notre Académie comme Académicien libre le 3 mai 1937.

Par ses qualités de savant, d'administrateur, d'organisateur, le Dr Martin a rendu à la cause de la santé publique les plus éminents services. C'est un grand serviteur de son pays que nous perdons avec Louis Martin. En votre nom, j'adresse à Madame Louis Martin et à sa famille l'expression de notre sympathie respectueuse.

La séance sera levée en signe de deuil, après le vote inscrit à l'ordre du jour.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Gavin Rylands de Beer**, Professeur d'Embryologie à l'Université de Londres, Président de la *Linnean Society*, **B. P. Georges Hochreutiner**, Président de l'Institut National genevois, **J. Ramsbottom**, Conservateur pour la Botanique au *British Museum*, **Winckworth**, Vice-Président de la *Linnean Society*, **Francisco d'Ascenscio Mendonça**, Professeur de Botanique à l'Université de Coimbra, qui assistent à la séance.

TOPOLOGIE. — *Structure de l'anneau d'homologie d'une représentation.* Note (1) de M. **Jean Leray**.

1. Étant donnés un anneau $\mathfrak{A}$ et une représentation fermée π d'un espace normal E dans un espace normal E^*, nous avons défini récemment (2) l'anneau d'homologie de π relatif à $\mathfrak{A}$. *Cet anneau a la structure suivante :*

Le $(p, q)^{\text{ième}}$ module d'homologie $\mathfrak{L}_1^{p,q}$ de π possède les *sous-modules*

$$0 = \mathfrak{Q}_{-1}^{p,q} = \mathfrak{Q}_0^{p,q} \subset \mathfrak{Q}_1^{p,q} \subset \mathfrak{Q}_2^{p,q} \subset \ldots \subset \mathfrak{Q}_{q-2}^{p,q} \subset \mathfrak{Q}_{q-1}^{p,q} \subset \mathfrak{L}_{p+1}^{p,q} \subset \mathfrak{L}_p^{p,q} \subset \ldots \subset \mathfrak{L}_2^{p,q} \subset \mathfrak{L}_1^{p,q};$$

le $p^{\text{ième}}$ module d'homologie $\mathcal{E}^{p,0}$ de E relatif à $\mathfrak{A}$ possède les *sous-modules*

$$0 = \mathcal{E}^{-1,p+1} \subset \mathcal{E}^{0,p} \subset \mathcal{E}^{1,p-1} \subset \ldots \subset \mathcal{E}^{p-1,1} \subset \mathcal{E}^{p,0};$$

il existe des *homomorphismes* Δ_r de $\mathfrak{L}_r^{p,q}$ sur $\mathfrak{Q}_r^{p-r,q+r+1}/\mathfrak{Q}_{r-1}^{p-r,q+r+1}$ ayant pour noyau $\mathfrak{L}_{r+1}^{p,q}$ $(1 \leq r \leq p)$;

il existe des *homomorphismes* Γ de $\mathfrak{L}_{p+1}^{p,q}$ sur $\mathcal{E}^{p,q}/\mathcal{E}^{p-1,q+1}$ ayant pour noyau $\mathfrak{Q}_{q-1}^{p,q}$.

2. *Les définitions* de ces sous-modules et de ces homomorphismes sont les suivantes :

1° Soient $Z^{*p,q}$ et $Z^{*p-r,q+r+1}$ des classes d'homologie de E^* relatives respectivement à $\pi(\mathcal{B}^p)$ et à $\pi(\mathcal{B}^{p-r})$; la condition

$$Z^{*p,q} \in \mathfrak{L}_r^{p,q}, \qquad Z^{*p-r,q+r+1} \in \mathfrak{Q}_r^{p-r,q+r+1}, \qquad \Delta_r(Z^{*p,q}) \sim Z^{*p-r,q+r+1} \bmod \mathfrak{Q}_{r-1}^{p-r,q+r+1}$$

(1) Séance du 27 mai 1946.

(2) *Comptes rendus*, 222, 1945, p. 1366.

équivaut à celle-ci : il existe une couverture $C^\star$ de E, dont nous nommerons les éléments $X^{\star r;\gamma}$, un cycle $\sum_\alpha z^{p;\alpha} X^{\star q;\alpha}$ appartenant à la classe $Z^{\star p,q}$, un cycle $\sum_\beta z^{p-r;\beta} X^{\star q+r+1;\beta}$ appartenant à la classe $Z^{\star p-r,q+r+1}$ et une forme $L^{p,q}$ de E, à coefficients pris dans $\mathcal{A}$, tels que

$$L^{p,q} = \sum_\alpha L'^{p;\alpha}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q;\alpha}) + \sum_{s>0,\lambda} L'^{p-s;\lambda}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q+s;\lambda}),$$

$$\dot{L}^{p,q} = \sum_\beta L'^{p-r;\beta}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q+r+1;\beta}) + \sum_{t>0,\mu} L'^{p-r-t;\mu}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q+r+1+t;\mu}),$$

$$L'^{p;\alpha}.\overset{-1}{\pi}(|X^{\star q;\alpha}|) \sim z^{p;\alpha} \quad \text{et} \quad L'^{p-r;\beta}.\overset{-1}{\pi}(|X^{\star q+r+1;\beta}|) \sim z^{p-r;\beta};$$

dans ces formules $z^{p;\alpha}$ représente une classe d'homologie à p dimensions de $\overset{-1}{\pi}(|X^{\star q;\alpha}|)$ relative à $\mathcal{A}$ et les L' représentent des formes, à coefficients pris dans $\mathcal{A}$, d'une couverture C' de E.

2° Soit $Z^{\star p,q}$ une classe d'homologie de $E^\star$ relatvie à $\pi(\mathcal{B}^p)$; soit Z^{p+q} une classe d'homologie de E relative à $\mathcal{A}$; la condition $Z^{\star p,q} \in \mathcal{L}^{p,q}_{p+1}$, $Z^{p+q} \in \mathcal{E}^{p,q}$, $\Gamma(Z^{\star p,q}) \sim Z^{p+q} \bmod \mathcal{E}^{p-1,q+1}$ équivaut à la suivante : il existe un cycle $\sum_\alpha z^{p;\alpha} X^{\star q;\alpha}$ de la classe $Z^{\star p,q}$ et un cycle $L^{p,q}$ de la classe Z^{p+q} tels que

$$L^{p,q} = \sum_\alpha L'^{p;\alpha}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q;\alpha}) + \sum_{s>0,\lambda} L'^{p-s;\lambda}.\overset{-1}{\pi}(X^{\star q+s;\lambda}),$$

$$L'^{p;\alpha}.\overset{-1}{\pi}(|X^{\star q;\alpha}|) \sim z^{p;\alpha}.$$

3. *En particulier*, si Z^p et $Z^{\star q}$ sont des classes d'homologie de E et de $E^\star$ relatives à $\mathcal{A}$, $Z^p Z^{\star q}$ est une classe d'homologie de π

$$Z^p Z^{\star q} \in \mathcal{L}^{p,q}_{p+1}; \qquad \Gamma(Z^p Z^{\star q}) \sim Z^p.\overset{-1}{\pi}(Z^{\star q}) \qquad \bmod \mathcal{E}^{p-1,q+1}.$$

L'homomorphisme $\overset{-1}{\Gamma}$ de $\mathcal{E}^{p,0}$ sur $\mathcal{L}^{p,0}_{p+1}$ est donc $\overset{-1}{\Gamma}(Z^p) \sim Z^p E^{\star 0}$; il en résulte que $\mathcal{L}^{p,0}_{p+1}$ est l'ensemble des classes d'homologie de π du type $Z^p E^{\star 0}$ et que $\mathcal{E}^{p-1,1}$ est l'ensemble des classes d'homologie Z^p de E ayant la propriété que voici : on peut recouvrir $E^\star$ avec un nombre fini d'ensembles fermés $F^\star_\lambda$ tels que $Z^p.\overset{-1}{\pi}(F^\star_\lambda) \sim 0$ quel que soit λ; quand $E^\star$ est bicompact, on peut définir $\mathcal{E}^{p-1,1}$ comme l'ensemble des classes d'homologie Z^p de E telles que $Z^p.\overset{-1}{\pi}(x^\star) \sim 0$ quel que soit le point $x^\star$ de $E^\star$.

4. Les propriétés de l'*intersection* sont les suivantes : désignons par $\mathcal{L}^{p,q}_r.\mathcal{L}^{s,t}_r$ le plus petit module contenant les intersections des divers éléments de $\mathcal{L}^{p,q}_r$ par les divers éléments de $\mathcal{L}^{s,t}_r$; convenons de poser $\mathcal{L}^{p,q}_{p+1} = \mathcal{L}^{p,q}_{p+2} = \ldots$ et $\Delta_r(Z^{p,q}) \sim 0$

quand $Z^{p,q} \in \mathcal{P}^{p,q}_{p+1}$ et $r \geqq p+1$; on a

$$\mathcal{P}^{p,q}_r . \mathcal{P}^{s,t}_r \subset \mathcal{P}^{p+s,q+t}_r ; \quad \mathcal{P}^{p,q}_r . \mathcal{Q}^{s,t}_{r-1} \subset \mathcal{Q}^{p+s,q+t}_{r-1} ; \quad \mathcal{E}^{p,q} . \mathcal{E}^{r,s} \subset \mathcal{E}^{p+r,q+s} ;$$

$$\Delta_r(Z^{p,q} . Z^{s,t}) \sim \Delta_r(Z^{p,q}) . Z^{s,t} + (-1)^{p+q} Z^{p,q} . \Delta_r(Z^{s,t}) \quad \mathrm{mod}\ \mathcal{Q}^{p+s-r,\,q+t+r+1}_{r-1},$$

quand $Z^{p,q} \in \mathcal{P}^{p,q}_r$ et $Z^{s,t} \in \mathcal{P}^{s,t}_r$;

$$\Gamma(Z^{p,q} . Z^{r,s}) \sim \Gamma(Z^{p,q}) . \Gamma(Z^{r,s}) \quad \mathrm{mod}\ \mathcal{E}^{p+r-1,\,q+s+1},$$

quand $Z^{p,q} \in \mathcal{P}^{p,q}_{p+1}$ et $Z^{r,s} \in \mathcal{P}^{r,s}_{r+1}$.

Les homomorphismes Δ_r et Γ du *produit* de deux représentations se rattachent aux homomorphismes Δ_r et Γ de ces deux représentations par des formules analogues aux précédentes. Les homomorphismes de l'anneau d'homologie d'une représentation π que définissent l'intersection de π par un ensemble ou la transformation de π par l'inverse d'une représentation [*loc. cit.* ([1]), 4], respectent les homomorphismes Δ_r et Γ.

5. Les propriétés que nous avons énoncées de l'anneau d'homologie d'une représentation peuvent servir à l'étude de l'anneau d'homologie d'un espace et à l'étude de la transformation de cet anneau par l'inverse d'une représentation. Par exemple supposons que $E^\star$ soit bicompact et que, quel que soit le point $x^\star$ de $E^\star$, $\overset{-1}{\pi}(x^\star)$ soit simple (c'est-à-dire ait pour seules classes d'homologie les produits par les éléments de $\mathcal{A}$ de la classe unité); alors $\overset{-1}{\pi}$ est un isomorphisme de l'anneau d'homologie de $E^\star$ relatif à $\mathcal{A}$ sur l'anneau d'homologie de E. Supposons que $E^\star$ soit bicompact et que $\overset{-1}{\pi}(x^\star)$ soit connexe quel que soit le point $x^\star$ de $E^\star$; alors $\overset{-1}{\pi}$ est un isomorphisme du premier module d'homologie de $E^\star$ dans (c'est-à-dire sur un sous-module de) celui de E. Supposons que π soit la projection d'un espace fibré E sur son espace de base $E^\star$, que cet espace de base $E^\star$ soit simplement connexe et que E, $E^\star$ et la fibre F soient des multiplicités; alors le $(p, q)^{\text{ième}}$ module d'homologie de π est le $q^{\text{ième}}$ module d'homologie de $E^\star$ relatif au $p^{\text{ième}}$ module d'homologie de F et, $\mathcal{A}$ étant supposé un corps, l'application aux homomorphismes Δ_r et Γ du théorème sur le rang d'un quotient de modules fournit le résultat suivant : soient $\mathcal{E}(t)$, $\mathcal{E}^\star(t)$ et $\mathcal{F}(t)$ les polynomes de Poincaré de E, $E^\star$ et F; il existe un polynome $\mathcal{B}(t)$ à coefficients entiers non négatifs tel que $\mathcal{E}(t) = \mathcal{F}(t)\mathcal{E}^\star(t) - (1+t)\mathcal{B}(t)$. Soient un groupe bicompact, simplement connexe, E, et un sous-groupe fermé, connexe, à un paramètre, F, de E; soit $E^\star$ l'espace homogène défini par E et F; soit π la projection de chaque classe de E suivant F sur le point correspondant de $E^\star$; supposons que $\mathcal{A}$ soit le corps des nombres rationnels; alors l'anneau d'homologie de $E^\star$ relatif à $\mathcal{A}$ est engendré par des classes d'homologie $Z^{\star 2}$, $Z^{\star 2p+1;\alpha}$ et la seule relation $(Z^{\star 2})^{n+1} \sim 0$; on a $\overset{-1}{\pi}(Z^{\star 2}) \sim 0$; l'anneau d'homologie de E est engendré par une classe hypermaximale Z^{2n+1} et par les classes hypermaximales $\overset{-1}{\pi}(Z^{\star 2p+1;\alpha})$. Les propriétés de l'anneau d'homologie d'une représentation

permettent également de retrouver les théorèmes de M. Gysin sur les espaces fibrés dont les fibres sont des sphères et le théorème de M. Samelson sur les groupes bicompacts transformant transitivement une sphère ([3]).

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages, Sir **Harold Spencer Jones** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie en remplacement de M. *Louis Fabry*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Faune de l'Empire français. V. *Coléoptères cérambycides de l'Afrique du Nord*, par André Villiers.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur une généralisation d'un problème élémentaire classique, importante dans l'inspection des produits industriels.* Note ([1]) de M. **George Pólya**, présentée par M. Jacques Hadamard.

1. Dans ce qui suit le mot *point* désignera un point du plan dont les coordonnées sont des entiers non négatifs. Les points $(x+1, y)$ et $(x, y+1)$ *suivent immédiatement* le point (x, y), le premier dans la direction des x, le second dans la direction des y. Les points (x_0, y_0), (x_1, y_1), ..., (x_l, y_l) forment un *chemin* si $(x_{\lambda+1}, y_{\lambda+1})$ suit immédiatement (x_λ, y_λ), pour $\lambda = 0, 1, \ldots, l-1$. Ce chemin est issu de (x_0, y_0), aboutit à (x_l, y_l) et a la longueur l. Donnons trois nombres positifs h_1, h_2 et s où $s < 1$. Les points (x, y) satisfaisant aux inégalités

$$(1) \qquad -h_1 + s(x+y) < x < h_2 + s(x+y)$$

s'appellent points de la bande B. Nous ne considérons que le cas où à chaque point (x, y) de B différent de $(0, 0)$ aboutit un chemin issu de $(0, 0)$ formé exclusivement de points de B. Le nombre de ces chemins aboutissant à (x, y) est appelé $K(x, y)$. Nous allons calculer $K(x, y)$ *en supposant que s est un nombre rationnel.* Dans ce cas-là $s/(1-s) = a/b$, où a et b sont des entiers positifs sans diviseur commun, et la bande B se décompose en une infinité de tronçons T_0, T_1, T_2, ...; si $n \geq 1$ et (x, y) parcourt les points de T_n,

---

([3]) Gysin, *Commentarii Helv.*, 14, 1941, p. 61; Samelson, *Ann. of Math.*, 42, 1941, p. 1000.

([1]) Séance du 12 juin 1946.

$(x+a, y-b)$ parcourra les points de T_{n+1}. Il existe des entiers $r, c_0, c_1, \ldots, c_r$ $(r>0, c_0=1)$ tels que

$$(2)\qquad c_r K(x, y)+c_{r-1} K(x+a, y+b) \\ +c_{r-2} K(x+2a, y+2b)+\ldots+K(x+ra, y+rb)=0,$$

pourvu que (x, y) n'appartienne pas à T_0.

2. Le mouvement d'une *molécule* est régi par le hasard de la manière suivante. Au moment $t=0$ la molécule est au point $(0, 0)$. Au moment t (t entier) la molécule se trouve au point (x, y). Si (x, y) est un point de la bande B, $x+y=t$ et au moment $t+1$ la molécule se trouvera soit au point $(x+1, y)$ avec la probabilité p, soit au point $(x, y+1)$ avec la probabilité $q=1-p$. Si (x, y) n'est pas un point de la bande, la molécule y reste fixée. Donc, la molécule ne peut se fixer qu'en un point qui n'appartient pas à la bande B, mais en est un *point frontière*. C'est-à-dire que ce point suit immédiatement un point de B soit dans la direction des x, soit dans celle des y. Nous appelons F_p et F_q l'ensemble des points frontières de première et de seconde espèce, respectivement. Nous définissons $K(x, y)$ aussi pour les points frontières, en mettant $K(x, y)=K(x-1, y)$ ou $K(x, y)=K(x, y-1)$, selon que (x, y) appartient à F_p ou à F_q. La probabilité que la molécule se fixera à F_p est $\Sigma K(x, y) p^x q^y$, la somme étant étendue aux points de F_p. C'est une *fonction rationnelle de* p, d'après le résultat du n° 1. Plus précisément, le dénominateur est le polynome $\Sigma c_\rho (p^a q^b)^\rho$, où ρ varie de 0 à r.

3. Nous regardons maintenant p et q comme variables indépendantes et posons

$$\sum K(x, y) p^x q^y=\frac{U}{V},$$

la somme étant étendue à tous les points de la frontière de B, comprenant F_p et F_q. D'après ce qui précède, U et V sont des polynomes en p et q. On a

$$(3)\qquad \left(p\frac{\partial}{\partial p}+q\frac{\partial}{\partial q}\right)^k \frac{U}{V}=\sum (x+y)^k K(x, y) p^x q^y.$$

Si dans cette expression nous faisons $q=1-p$, nous obtenons l'espérance mathématique de n^k où n est la longueur du chemin au bout duquel la molécule se fixe; c'est encore une *fonction rationnelle* de p.

4. Les résultats simples qui précèdent ont un certain intérêt pratique. Ils servent à contrôler les formules approximatives de Wald, qui sont si importantes dans l'inspection des produits de la fabrication en masse. (Voir *Sequential Analysis of Statistical Data : Applications. Statistical Research Group*, Columbia University, New-York, 1945.) Le cas $s=1/2$ du problème traité n'est que le problème classique de la *ruine du joueur*; dans ce cas-là, les formules de Wald ne sont pas seulement approximatives mais *exactes*, pourvu que $2h_1$ et $2h_2$

soient choisis comme nombres entiers. La méthode utilisée s'adapte bien à certains problèmes voisins et au calcul numérique comme on verra dans une autre publication.

THÉORIE DES GROUPES. — *La structure du p-groupe de Sylow du groupe symétrique du degré p^2*. Note [1] de M. Léo Kaloujnine, présentée par M. Jacques Hadamard.

La méthode exposée dans ma Note précédente [2] (dont je conserve les notations) permet de faire la classification complète des sous-groupes de $\mathfrak{T}_2$ ($\mathfrak{T}_2$ est le p-groupe de Sylow du groupe symétrique des permutations de p^2 éléments). Les éléments de $\mathfrak{T}^2$ sont représentés par les tableaux $A=[a, a(x)]$, où a est un élément du champ de Galois G_p de p éléments et $a(x)$ est un polynome à coefficients dans G_p pris $(\text{mod}\, x^p - x)$, qui représentent les permutations de la forme

$$A=\{(x, y)\to[x+a, y+a(x)]\}. \tag{1}$$

La loi de composition est donnée par la formule

$$[a, a(x)][b, b(x)]=[a+b, a(x)+b(x-a)]. \tag{2}$$

L'unité a la forme $[0, 0]$ et l'inverse de A est

$$A^{-1}=[a, a(x)]^{-1}=[-a, -a(x+a)]. \tag{3}$$

On voit facilement que $\mathfrak{T}_2$ peut être engendré par deux éléments

$$X=[1, 0] \quad \text{et} \quad Y=[0, 1-x^{p-1}]. \tag{4}$$

On a

$$XAX^{-1}=[a, a(x-1)] \tag{5}$$

et

$$YAY^{-1}=[a, a(x)+(x-a)^{p-1}-x^{p-1}]. \tag{6}$$

Je rappelle que l'on appelle le $\mu^{\text{ième}}$ *centre* d'un groupe $\mathcal{G}$ le sous-groupe z_μ de $\mathcal{G}$ défini par récurrence comme suit : 1° $z_0=E$; 2° z_μ/z_{p-1} est le centre de $\mathcal{G}/z_{p-1}$. Si $\mathcal{G}$ se trouve parmi les z_μ ($\mu=1, 2, \ldots$) (ce qui arrive certainement si $\mathcal{G}$ est un p-groupe), le plus petit nombre m tel que $z_m=\mathcal{G}$ s'appelle *la classe* de $\mathcal{G}$. La classe est un invariant important des p-groupes. La suite $z_0, z_1, z_2, \ldots$ s'appelle *la suite centrale ascendante* de $\mathcal{G}$. En vertu des formules (5) et (6) :

---

(1) Séance du 12 juin 1946.

(2) *Comptes rendus*, **221**, 1945, p. 222.

I. *Le centre de* $\mathfrak{T}_2$ *se compose des éléments de la forme* $[0, c]$, *où* c *est une constante.*

II. *Pour* $m \leqq p-1$, z_m *est l'ensemble des éléments de la forme* $[0, z_m(x)]$, *où* $z_m(x)$ *parcourt tous les polynomes du degré* $\leqq m-1$. $\mathfrak{T}_2 = z_p$, *donc la classe de* $\mathfrak{T}_2$ *est* p.

III. $\mathfrak{T}_2/z_{p-1}$ *est cyclique de l'ordre* p^2. *Le sous-groupe* $T=[0, a(x)]$, *où* $a(x)$ *parcourt tous les polynomes du degré* $\leqq p-1$, *peut être caractérisé d'une manière intrinsèque comme le centralisateur du groupe* z_{p-1}.

La suite $\mathfrak{T}_2 \supset T \supset z_{p-1} \supset \ldots \supset z_1 \supset E$ est une suite caractéristique et, puisque l'indice de chacun de ses termes dans le terme précédent est p, elle est aussi une suite principale et une suite de composition. Les résultats analogues peuvent être obtenus pour le cas général du groupe $\mathfrak{T}_m$.

$\mathfrak{T}_2$ ne contient que des éléments de l'ordre p et p^2. Les éléments de l'ordre p sont ou bien de la forme $[0, a(x)]$ ou bien $[a, a(x)]\, a \neq 0$, et tel que $\sum(A) = \sum_{x \in G_p} a(x) = 0$. (Ce qui exige que $a(x)$ soit du degré $\leqq p-r$.) Les éléments de l'ordre p^2 sont de la forme $[a, a(x)]$ avec $a \neq 0$ $\sum(A) \neq 0$. On a $A^p \in z_1$.

Tous ces faits permettent de prouver les théorèmes suivants :

I. *Les sous-groupes propres non abéliens* g *de* $\mathfrak{T}_2$ *de l'ordre* p^m *ont les propriétés suivantes :*

1° $2 < m \leqq p$.

2° *La classe est* $m-1$.

3° *Si* $\mu \leqq m-2$, *leur* $\mu^{\text{ième}}$ *centre est* z_μ.

4° $z_{m-1} \subset g$ *mais n'en est pas le* $(m-1)^{\text{ième}}$ *centre.*

5° $g = (A, z_{m-1})$ où $A = [a, a(x)]\, a \neq 0$ ((A, z_{m-1}) est le groupe engendré par A et z_{m-1}).

Remarque. — Si $m=2$, les $g=(A, z_1)$ sont encore des sous-groupes transitifs, mais abéliens de $\mathfrak{T}_2$.

Ces groupes, pour $2 \leqq m \leqq p$ et le groupe $\mathfrak{T}_2$ sont les seuls sous-groupes transitifs de $\mathfrak{T}_2$, considéré comme un groupe de permutations de p^2 éléments $(x, y)(x, y \in G_p)$.

II. *Deux sous-groupes transitifs de* $\mathfrak{T}_2$ *sont isomorphes s'ils sont de même classe et de même exposant.* (On appelle *exposant* d'un groupe le plus petit nombre e tel que $A^e = E$ pour tous les éléments du groupe.)

Le nombre de sous-groupes transitifs d'ordre p^m et d'exposant p est p^{p-m}, et celui de sous-groupes d'ordre p^m et d'exposant p^2 est $(p-1)p^{p-m}$.

CALCUL SYMBOLIQUE. — *Application d'une séquence symbolique à la résolution d'équations intégrales.* Note [1] de M. **Maurice Parodi.**

I. Proposons-nous de chercher la solution $\psi(x)$ de l'équation intégrale

(1) $$\frac{\sqrt{\pi}}{2^{\frac{3}{2}}} t^{\frac{3}{2}} \int_0^\infty x^{-\frac{1}{4}} J_{\frac{1}{2}}(t\sqrt{x})\psi(x)\,dx = h(t).$$

Partons de la relation

(2) $$\varphi(p^2) = \theta(p),$$

dont la solution en $\varphi(p)$ est immédiate ; en posant $p^2 = q$, on a en effet

(3) $$\varphi(q) = \theta(\sqrt{q}).$$

Si l'on pose (au sens de Carson)

$$f(t) \supset \varphi(q), \qquad h(t) \supset \theta(q),$$

une relation connue [2] donne, d'après (3),

(4) $$f(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi t}} \int_0^\infty e^{-\frac{x^2}{4t}} h(x)\,dx.$$

Supposons maintenant que (2) soit la transformée d'une certaine relation que nous allons chercher.

M. P. Humbert a montré [3] que si l'on a la séquence symbolique

(5) $$f(t) \supset \varphi(q), \qquad \psi(t) \supset f(q), \qquad g(t) \supset \sqrt{q}\, f\left(\frac{1}{q}\right),$$

on peut écrire

$$\frac{\sqrt{\pi}}{2} t\, g\left(\frac{t^2}{4}\right) \supset \varphi(q^2).$$

Une relation connue [4] permet de déduire des deux dernières correspondances (5)

$$g(t) = t^{\frac{1}{4}} \int_0^\infty x^{-\frac{1}{4}} J_{\frac{1}{2}}(2\sqrt{xt})\psi(x)\,dx.$$

---

(1) Séance du 12 juin 1946.

(2) Si $f(t) \supset \varphi(p)$, on a

$$\frac{1}{\sqrt{\pi t}} \int_0^\infty e^{-\frac{x^2}{4t}} f(x)\,dx \supset \varphi(\sqrt{p}).$$

(3) P. Humbert et McLachlan, *Formulaire pour le calcul symbolique*, Paris, 1941.

(4) Si $f(t) \supset \varphi(p)$, on a

$$t^{\frac{\nu}{2}} \int_0^\infty x^{-\frac{\nu}{2}} J_\nu(2\sqrt{xt}) f(x)\,dx \supset p^{1-\nu} \varphi\left(\frac{1}{p}\right), \qquad \mathcal{R}(\nu) > -\frac{1}{2}.$$

Cela étant, il apparaît que (2) est la transformée, au sens de Carson, de l'équation intégrale en $\psi(x)$

$$\frac{\sqrt{\pi}}{2}\,t\left(\frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{4}}\int_0^\infty x^{-\frac{1}{4}}J_{\frac{1}{2}}\left(2\sqrt{x\frac{t^2}{4}}\right)\psi(x)\,dx=h(t). \tag{6}$$

C'est précisément l'équation (1), et sa solution est, d'après (4),

$$\psi(t)\supset f(p)=\frac{1}{\sqrt{\pi p}}\int_0^\infty e^{-\frac{x^2}{4p}}h(x)\,dx,$$

ou encore

$$\psi(t)=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\,t^{\frac{1}{4}}\int_0^\infty x^{-\frac{1}{2}}J_{\frac{1}{2}}(x\sqrt{t})\,h(x)\,dx,$$

car

$$\frac{1}{\sqrt{p}}e^{-\frac{x^2}{4p}}\subset\sqrt{2}\,t^{\frac{1}{4}}x^{-\frac{1}{2}}J_{\frac{1}{2}}\left(2\sqrt{t\frac{x^2}{4}}\right),$$

à condition que les intégrales aient un sens.

II. Soit à résoudre l'équation intégrale en $\psi(x)$

$$\frac{1}{2}\sqrt{\frac{\pi}{2}}\,t\int_0^\infty x^{-\frac{1}{4}}J_{\frac{1}{2}}(t\sqrt{x})\psi(x)\,dx=\int_0^\infty x^{-\frac{1}{2}}J_1(2\sqrt{xt})\,h(x\,dx). \tag{7}$$

En partant de la relation $\varphi(p^2)=\theta(1/p)$, une méthode analogue à celle utilisée dans la première partie donne la solution

$$\psi(t)=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\,t^{\frac{1}{4}}\int_0^\infty J_{\frac{1}{2}}(x\sqrt{t})\,dx\int_0^\infty J_1(2\sqrt{xy})\,h(y)\,y^{-\frac{1}{2}}\,dy.$$

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur la seconde approximation dans le problème des jets gazeux.* Note de M. **Caïus Jacob**, présentée par M. Henri Villat.

1. Nous considérons le problème des jets fluides de Kirchhoff dans le plan Oxy. Soient ϖ_1 et ϖ_2 les parois solides, concaves vers le courant, disposées symétriquement par rapport à l'axe Ox et admettant des asymptotes faisant les angles $-\mu$ et μ avec cet axe ($0\leq\mu<\pi$). Aux extrémités P_1 et P_2 de ϖ_1 et ϖ_2, qu'on peut supposer situées sur Oy, les lignes de jet λ_1 et λ_2 se détachent des parois et elles sont également symétriques par rapport à Ox. La vitesse des molécules fluides qui se trouvent sur λ_1 et λ_2 doit être constante et égale à U. Soit encore $M=U/c_0$ le nombre de Mach.

2. En nous limitant aux termes en M^2, la méthode hodographique exposée dans une Note [1] antérieure permet d'associer aisément à l'écoulement consi-

[1] *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1329.

déré un autre liquide, de même vitesse U sur les lignes de jet et relatif à des parois $\varpi_1^{(0)}$, $\varpi_2^{(0)}$ ayant la même allure générale. Soit alors $\Gamma^{(0)}$ le coefficient de contraction de ce jet liquide. Le coefficient de contraction Γ du jet gazeux est égal en seconde approximation à

$$\Gamma = \Gamma^{(0)}\left[1 + \frac{M^2}{2}(1-\Gamma^{(0)})\right]. \tag{1}$$

3. Le procédé employé a l'inconvénient de ne pas conserver les mêmes parois dans la première et la seconde approximation, ce qui rend moins intuitif l'effet de la compressibilité. On peut y parvenir par une adaptation convenable d'une méthode approchée proposée par M. E. Lamla ([2]).

Considérons, à côté du jet gazeux, un jet liquide correspondant aux mêmes parois et à la même vitesse U sur les lignes libres $\lambda_1^{(0)}$ et $\lambda_2^{(0)}$, qui se détachent encore aux points P_1 et P_2. Soit $f_0(z) = \varphi_0(x, y) + i\psi_0(x, y)$ le potentiel complexe de cet écoulement. On aura $2\psi_0 = q_0$ sur $\varpi_1 + \lambda_1^{(0)}$ et ψ_0 sur Ox, q_0 étant une constante positive bien déterminée. La solution du problème du jet liquide s'obtient, suivant les principes posés par T. Levi-Civita et M. H. Villat, en utilisant les formules de M. U. Cisotti. D'importants résultats ont été obtenus en ce qui concerne l'existence et l'unicité de la solution par MM. A. Weinstein ([3]) et J. Leray ([4]). Soient $\varphi(x, y)$ et $\psi(x, y)$ le potentiel des vitesses et la fonction de courant de l'écoulement gazeux. On aura $2\psi = q_0 + M^2 q_1$ sur $\varpi_1 + \lambda_1$ et $\psi = 0$ sur Ox, q_1 étant une constante à déterminer, et de même $V = U$ sur λ_1. D'après les formules de M. Lamla, convenablement modifiées, il viendra en négligeant les termes en M^4, $f(z, \bar{z}) = f_0(z) + M^2 f_1(z, \bar{z})$ avec $z = x + iy$, $\bar{z} = x - iy$ et

$$f_1(z, \bar{z}) = \frac{1}{4U^2}\frac{df_0}{dz}\overline{\int_{z_0}^{z}\left(\frac{df_0}{dz}\right)^2 dz} + \frac{1}{4}[g_1(z) - f_0(z)], \tag{2}$$

la barre désignant qu'il faut prendre le nombre complexe conjugué. La fonction analytique $g_1(z)$, régulière en chaque point du domaine z considéré, doit être déterminée de façon que les conditions aux limites soient vérifiées. En passant au quart de cercle $D(0 \leqq \xi,\ 0 \leqq \eta,\ \xi^2 + \eta^2 \leqq 1)$ du plan ζ, par la transformation $z = z(\zeta)$ bien connue dans la théorie des jets liquides, cela revient à déterminer la fonction $g_1(\zeta) = A_1 + iB_1$, holomorphe dans D, continue sur la frontière, sauf en $\zeta = i$, où B_1 reste borné, de façon à avoir

$$\left\{\begin{array}{lll} \dfrac{dB_1}{dn} = \dfrac{d\theta}{d\xi}\left(B_1 - \dfrac{q_0}{2} - 2q_1\right) & \text{pour } 0 \leqq \xi \leqq 1, & \eta = 0, \\ B_1 = H(\sigma) & \text{pour } \zeta = e^{i\sigma}\left(0 \leqq \sigma < \dfrac{\pi}{2}\right), & \\ B_1 = J(\eta) & \text{pour } \xi = 0, & 0 \leqq \eta < 1, \end{array}\right. \tag{3}$$

([2]) *Luftfahrtforschung*, 19, 1942, p. 358.
([3]) *Math. Zeitschrift*, 19, 1924, p. 265; *L'Enseignement math.*, 35, 1936, p. 107.
([4]) *Commentarii Math. Helvetici*, 8, 1935-36, p. 254.

$H(\sigma)$ et $J(\eta)$ étant des fonctions données. Ici $\theta(\xi)$ représente l'angle que fait avec Ox la vitesse du jet liquide au point de $\lambda_1^{(0)}$ dont l'homologue est $(\xi, 0)$. Ce problème, qu'on ramène à une équation de Fredholm, admet une solution et une seule toutes les fois que les conditions (3) rendues homogènes exigen que $B_1 \equiv 0$. C'est ce qui arrive dans des conditions assez générales mises en évidence par MM. A. Weinstein, K. Friedrichs et J. Leray dans l'étude de l'unicité locale des jets liquides. En particulier il en est ainsi lorsque la variation totale de l'angle de la tangente à ϖ_1 avec Ox ne dépasse pas $\pi - \mu$. La fonction $g_1(z)$ est alors déterminée à une constante réelle près k.

La forme de la ligne de jet λ_1 s'en déduit par la formule

$$z = z^{(0)} + \frac{M^2}{U} e^{i\theta}\left[i\frac{q_1}{2} - f_1(z^{(0)}, \overline{z^{(0)}})\right], \tag{4}$$

en faisant correspondre les points z et $z^{(0)}$ de λ_1 et $\lambda_1^{(0)}$ pour lesquels $\varphi = \varphi_0$. Mais pour que le détachement en P_1 se fasse tangentiellement à ϖ_1 il faut remplir la condition

$$\frac{dB_1}{d\xi} + \frac{d\theta}{d\xi}A_1 = 0 \qquad \text{pour} \quad \xi = 1,\ \eta = 0. \tag{5}$$

Cette condition, jointe à $z_{P_1} = z_{P_1}^{(0)}$, permet de déterminer les constantes q_1 et k. Les coefficients de contraction $\Gamma^{(0)}$ et Γ des jets liquide et gazeux seront alors liés par

$$\Gamma = \Gamma^{(0)}\left[1 + M^2\left(\frac{1}{2} + \frac{q_1}{q_0}\right)\right]. \tag{6}$$

Si ϖ_1 et ϖ_2 sont deux demi-droites, la formule (6) coïncide avec (1), puisqu'alors les parois $\varpi_1^{(0)}$ et $\varpi_2^{(0)}$ sont également des demi-droites et que, dans ce cas, Γ et $\Gamma^{(0)}$ ne dépendent que de μ et de U et non pas des largeurs des orifices.

ÉLECTRONIQUE. — *Diffraction des électrons sur des surfaces monocristallines de cuivre poli électrolytiquement.* Note de MM. **Paul Renaud** et **Henri Frisby.**

La diffraction des électrons, à la surface des corps pleins, a fait naître l'espoir d'obtenir de nombreux renseignements sur la stucture des couches superficielles, qui interviennent souvent seules dans la formation du dessin. Cette remarquable sensibilité doit donner aux chimistes, sur les actions de surface, des renseignements très précieux. L'une de ses premières conséquences, celle que l'on rencontre toujours en premier lieu, avec les méthodes très sensibles, c'est la difficulté de rendre les résultats constants et interprétables. Le nombre des indications possibles est très grand; il est difficile de les bien classer.

L'un des principaux groupes de paramètres, qui ont une action sur le phénomène, est constitué par l'ensemble des paramètres au moyen desquels on

peut définir la préparation de la surface. Ils doivent jouer et jouent en effet un rôle essentiel. Les tours de main de préparation de la surface semblent constituer des recettes sans grand intérêt. C'est, au contraire, eux qui définisent l'état final de la préparation que l'on soumettra aux électrons. C'est parce que leur influence est grande que la méthode peut donner beaucoup de renseignements, au point de vue chimique. Deux points essentiels ont été mis en évidence jusqu'ici. Ce sont l'action des couches de graisses mise en lumière par M. Trillat et l'action des couches de polissage de Beilby, qui rendent la surface amorphe.

Pour l'étude métallurgique ou électrochimique des métaux, il importe d'utiliser des surfaces bien définies et reproductibles qui, autant que possible, correspondent au réseau vrai de l'intérieur du cristal.

J. P. Thomson réussit à obtenir des diagrammes au moyen de monocristaux de cuivre poli, attaqués ultérieurement par un réactif, qui avait pour action d'enlever la couche de Beilby en dépolissant légèrement le cristal.

Il nous a semblé qu'on obtiendrait une couche de cuivre plus utilisable en préparant électrolytiquement une couche polie. On parvient, non sans difficultés, à obtenir un diagramme avec le cuivre poli. Il faut que le bain électrolytique soit maintenu à l'abri des poussières de l'air. Il est bon, de plus, de calciner anode et cathode avant le polissage. Les résultats deviennent excellents en traitant le cristal, après lavage, par l'eau bouillante. Le calcul montre que le diagramme correspond alors, comme ceux de Thomson, à une couche d'oxydule de cuivre Cu_2O. Tout se passe comme si les électrons avaient pénétré assez profondément dans le cristal pour faire intervenir des couches assez nombreuses. Le diagramme ne peut pas être interprété en admettant une diffraction au moyen de quelques couches d'atomes seulement.

Par un effet curieux, le cuivre poli électrolytiquement est attaqué à froid par l'eau distillée. Au bout de 20 minutes la couche formée est assez épaisse pour donner une coloration brune qui forme des plages locales. Ces couches ont une épaisseur de l'ordre du micron; au bout de 2 minutes seulement elles doivent être dix fois plus faibles, ce qui représente 1000 Å. La couche visible ne donne plus de diffraction, mais la couche plus mince en donne.

On obtient un type de diagrammes très différent, avec un même cristal, si l'on prend soin de le traiter avec une eau distillée dont la préparation a été protégée de la graisse par un chauffage énergique de tous les appareils intervenant dans la distillation. Comme il est peu compréhensible que la graisse de l'eau ait une action sur l'oxydation du cuivre, il convient d'examiner de plus près ce phénomène. On a là un exemple de la sensibilité de la méthode, par rapport aux variations des actions chimiques subies par la surface.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Les pertes de puissance dans les lignes à haute tension continue par l'effet de gouttes d'eau pendantes.* Note de MM. **Marcel Pauthenier**, **Lucien Demon** et **Georges Duhaut**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. Nous avons constaté, à l'oscillographe cathodique, que le seuil d'ionisation d'une pointe en présence d'un plateau est caractérisé par une série d'oscillations de relaxation auto-entretenues. La fréquence de ces oscillations est fonction de la tension; elle croît très vite avec celle-ci. Ces faits sont indépendants de la polarité.

Ce phénomène peut s'expliquer de la manière suivante : *au voisinage du seuil* de l'ionisation, les ions émis par la pointe et chassés dans l'espace forment une charge spatiale de même signe que la pointe. Ces ions arrêtent l'émission; le champ à la pointe diminue et se trouve ramené à une valeur insuffisante pour provoquer l'ionisation. Dès que les ions se sont éloignés, le champ à la pointe croît de nouveau et le phénomène recommence. La fréquence augmente lorsque le champ devient plus intense, car l'ionisation peut alors commencer avant que la charge d'espace se soit dissipée complètement.

II. Si l'on applique progressivement une tension continue à un conducteur qui présente à sa périphérie une goutte d'eau pendante, on remarque, pour une certaine valeur du champ, très inférieure à la valeur critique de 31 kV/cm, le déclenchement d'un mouvement vibratoire auto-entretenu accompagné d'émission de courant. Quand on augmente la tension, et par suite le champ, la fréquence de ces oscillations croît jusqu'au moment où la goutte se met en pointe fixe. Ce domaine de variation du champ est d'ailleurs étroit. Une électrode de capture placée au voisinage de la goutte permet de constater que les pertes de courant prennent naissance dès le début des oscillations. Ainsi la présence d'une goutte d'eau abaisse *beaucoup*, sur le conducteur, la valeur normale du champ pour laquelle a lieu l'émission par effet couronne.

Le phénomène d'oscillations accompagné d'émission de courant est dû aux actions antagonistes de la tension capillaire du liquide et de la tension électrostatique superficielle de la goutte. Quand l'influence de cette dernière devient prépondérante, la goutte se met en pointe fixe. D'autre part on observe une diminution rapide du volume de la goutte avec le temps d'application du champ. Cette diminution est due à une évaporation activée par le vent électrique et par une projection de fines gouttelettes par la pointe. La fréquence propre est, comme le prévoit la théorie, proportionnelle à la puissance $-3/2$ du rayon moyen; elle est diminuée par le champ électrique. L'émission périodique de courant par la goutte vibrante, pendant la fraction de période où cette goutte est en pointe, est accompagnée du phénomène (I) de période beaucoup plus courte.

III. Une ligne à haute tension continue, conçue de manière à ne présenter

aucune perte d'énergie par effet couronne, peut éventuellement émettre abondamment au moment d'une chute de pluie.

Cette apparition de pertes supplémentaires est due à l'effet de pointe des gouttes d'eau; ces pertes peuvent atteindre la valeur de 1 mégawatt pour une ligne à 120 kV calculée pour transmettre une puissance de 30 mW à une distance de 100^{km} (diamètre des conducteurs : 13^{mm}). Les pertes par effet Joule correspondantes sont de 2,2 mW. Dans cet exemple, pour éliminer totalement ces pertes supplémentaires par temps de pluie, il faudrait adopter un diamètre minimum de $21^{mm},5$.

Naturellement une étude économique doit décider, en définitive, du diamètre extérieur qu'il y a lieu d'adopter.

SPECTROSCOPIE. — *Spectre d'absorption infrarouge d'acides aminés entre* 5 *et* 8^{μ}. Note [1] de M. **Henri Lenormant**, présentée par M. Pierre Jolibois.

Jusqu'à présent on n'a obtenu qu'un très petit nombre de spectres d'acides aminés entre 5 et 8^{μ} dans des conditions expérimentales correctes (Wright) [2]. D'autres recherches, conduites avec une faible dispersion (Duval et Lecomte), ne permettent pas une étude complète de cette région spectrale. Au moyen d'un spectromètre enregistreur à fluorine décrit dans une autre publication, nous avons obtenu les spectres d'absorption de 24 variétés d'acides aminés de tous types, mono- ou di-carboxylique, mono- et di-aminés, aliphatiques ou cycliques, avec ou sans fonctions supplémentaires. La plupart ont été étudiés pour la première fois. Des chlorhydrates et des sels métalliques de ces corps, dont les spectres étaient également inconnus, servent de termes de comparaison. Nous devons insister sur le fait que notre dispositif spectrométrique conduit à une résolution suffisante des bandes. En effet, pour des spectres où aucune structure fine rotationnelle n'est à attendre, une augmentation importante de la dispersion, telle que la produirait un réseau, aboutirait à des difficultés hors de proportion avec l'amélioration des résultats.

Un examen sommaire des spectres montre des différences individuelles assez nettes pour permettre de reconnaître les corps d'après leurs courbes d'absorption et indique la possibilité d'utiliser l'infrarouge comme moyen d'identification. Dans l'ensemble, la complexité des courbes croît avec l'allongement de la chaîne hydrocarbonée.

Le point le plus frappant est l'absence de bande C=O vers $5^{\mu},80$ (que fait pourtant prévoir la fonction carboxyle). Ce fait a déjà été observé par J. Lecomte, qui l'a attribué à l'ionisation du carboxyle, réalisant ainsi une forme angulaire symétrique

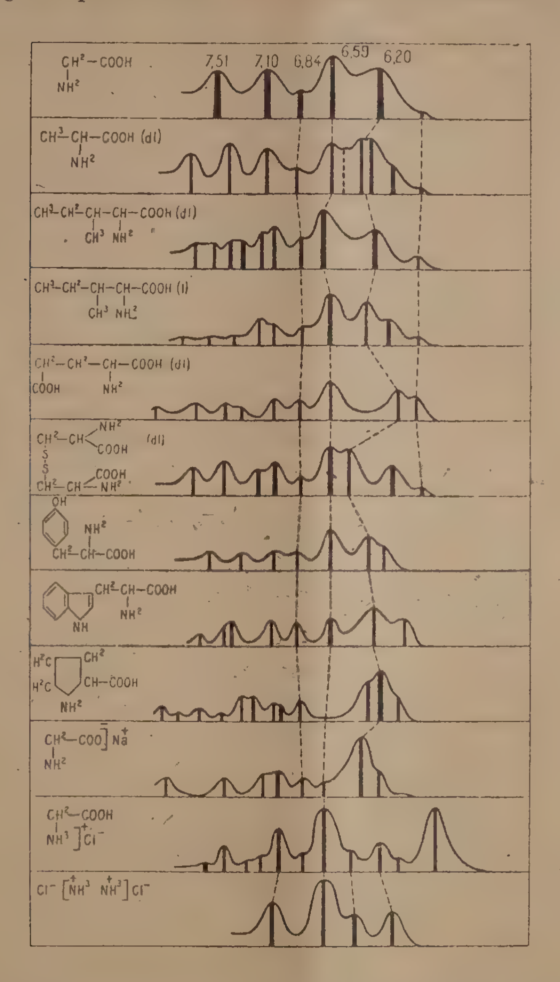
$$\left[-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow O\end{smallmatrix}\right]^-$$

---

(1) Séance du 13 mai 1946.

(2) *Bull. Soc. Chim. Fr.*, **10**, 1943, p. 180; N. Wright, *Journ. Biol. Chem.*, **127**, 1939, p. 137.

Cette structure présente deux vibrations de valence, symétrique et antisymétrique, dans la région que nous avons étudiée. La vibration antisymétrique de



fréquence plus élevée, correspond à la série de bandes observées entre $6^{\mu},15$ et $6^{\mu},40$. Elle disparaît en effet dans les chlorhydrates en même temps qu'apparaît la fréquence C=O vers $5^{\mu},80$ du carboxyle moléculaire.

L'identification de la vibration symétrique est actuellement impossible, car la région de 7 à 8^{μ}, dans laquelle on doit la rechercher, est rendue complexe par la présence de bandes imprévues vraisemblablement dues à des formations cycliques. La partie la plus importante et la plus nouvelle de notre travail consiste à démontrer l'ionisation simultanée de la fonction aminée.

Vers $6^{\mu},60$ on note la présence d'une forte bande que nous avons attribuée au groupement NH_3 formé par l'ionisation de la fonction animée primaire, parce que :

1° elle est particulièrement forte dans les chlorhydrates d'hydrazine et d'acides aminés, où la présence de $—NH_3+$ ne fait pas de doute;

2° elle est absente dans le cas d'acides aminés à fonction amine secondaire (sarcosine, proline) dont l'ionisation ne peut donner qu'un groupement $=NH_2+$;

3° elle manque dans les amines primaires, où l'on ne trouve qu'une bande faible vers $6^{\mu},10$;

4° elle disparaît dans les sels métalliques des acides aminés.

On peut encore noter la présence de bandes plus ou moins nombreuses vers 6,85, 7, 7,10, $7^{\mu},20$, que l'on peut attribuer aux groupements CH_2 et CH_3.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Sur la modification des figures de diffraction par les filtres d'intensité.* Note de M. **Guy Lansraux**, présentée par M. Aimé Cotton.

Pour l'observation des objets étendus, dont les détails ont des formes, des dimensions et des contrastes variés, on admet que le meilleur instrument d'optique est celui qui donne pour image d'un point la tache d'Airy. Cette conclusion s'applique aux instruments de la technique classique, dont la transparence quasi uniforme assure une égale transmission sur tout trajet des rayons lumineux qui le traversent. Avec son filtre, M. André Couder aborde une conception nouvelle en introduisant une variation locale du facteur de transmission, qui lui permet d'obtenir une remarquable atténuation des anneaux de diffraction dans l'image d'une source ponctuelle. D'une façon générale, je me suis proposé de réaliser toute loi de transmission voulue au moyen d'un filtre constitué par une lame à faces parallèles, recouverte d'une couche métallique transparente, d'épaisseur variable. Dans cette intention, la structure, les propriétés des images et la réduction des contrastes par diffraction ont été l'objet d'une étude dont voici quelques éléments.

1° *Expression générale.* — Pour améliorer la qualité des images optiques que la diffraction déforme systématiquement, on doit déterminer la répartition la plus favorable de l'énergie autour de l'image du point. Cette image étant supposée de révolution et représentée par la distribution méridienne I(W) de l'intensité en fonction de l'abscisse radiale W, on considère la fonction

$$e(W)=\frac{\int_0^W I(W)\,W\,dW}{\int_0^\infty I(W)\,W\,dW}$$

qui définit le rapport de la quantité d'énergie distribuée à l'intérieur du cercle de rayon W à l'énergie totale répartie dans la figure de diffraction. Cette expression a une signification physique simple, car elle représente l'éclairement au centre de la figure de diffraction d'une plage lumineuse, circulaire, de

rayon W, constituant une source incohérente sur toute sa surface, et dont l'éclairement uniforme est pris pour unité. La détermination des lois de transmission, l'étude de l'influence des aberrations ou d'un défaut de mise au point, doivent être guidées par les conditions qui donnent à $e(W)$ une valeur maxima. En effet rendre $e(W)$ aussi grand que possible, c'est réduire l'étalement de lumière dû à la diffraction, c'est tendre vers l'image géométrique et c'est améliorer la représentation des contrastes.

2° *Influence des aberrations et d'un défaut de mise au point.* — Je trouve qu'en présence d'une aberration de sphéricité, de forme et de grandeur quelconque, la meilleure mise au point définie par le maximum de $e(W)$, est celle qui correspond à la plus petite différence entre les phases au centre et en un point d'abscisse radiale W de la figure de diffraction d'un objet ponctuel. On peut donc en conclure que la mise au point dépend de la nature du détail qu'on veut observer, et qu'en conséquence le bénéfice qu'on peut tirer du filtre est réduit par les aberrations.

3° *Recherche d'une loi de transmission pour un instrument non aberrant.* — Pour une même valeur de W, j'établis l'existence d'une limite supérieure $E(W)$ de la grandeur $e(W)$; limite dont l'existence est imposée par les effets de la diffraction, qui, pour modifiés qu'ils soient, ne peuvent cependant être supprimés. D'ailleurs $e(W)$ n'atteint sa borne supérieure $E(W)$ que pour la valeur de W en fonction de laquelle on a déterminé la loi de transmission. Il en résulte l'impossibilité de réaliser simultanément les conditions optima pour l'observation de chaque détail d'un même objet. Ainsi une loi unique de transmission, tout en améliorant la qualité de chacun des éléments de structure d'une image, favorise particulièrement certains d'entre eux. On peut y obvier en disposant d'une série de filtres, ou mieux d'un filtre variable pour l'examen sélectif des images. Dans cette étude il a donc été nécessaire de déterminer les lois de transmission correspondant à plusieurs valeurs de W. Certaines considérations me conduisent à choisir celles-ci au voisinage du rayon a du premier anneau sombre de la tache d'Airy. Le facteur de transmission des filtres ainsi déterminés est maximum au centre et décroît jusqu'au bord. Dans tous les cas l'image d'une source ponctuelle comparée avec la figure d'Airy montre un faible élargissement de la tache centrale et une notable réduction de la lumière diffractée dans les anneaux. En conséquence il est possible d'obtenir un affaiblissement considérable de l'éclairement au centre de l'image d'une petite plage obscure entourée d'un fond lumineux. Comme il en résulte un accroissement du contraste d'un petit objet sombre sur fond clair, de nouveaux détails peuvent apparaître. D'autre part, la variation d'éclairement à la limite de deux plages d'intensités différentes étant plus rapide, chaque détail est plus net.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dissociation du carbonate de glucinium.* Note ([1]) de M. **Haldun N. Terem**, présentée par M. Paul Pascal.

Le carbonate de glucinium ici étudié est en réalité du carbonate basique, le seul que l'on puisse obtenir pratiquement par voie humide. Mais la grande diversité des formules attribuables à ce corps a conduit plusieurs auteurs, G. Venturello ([2]) en particulier, à le considérer comme un mélange du carbonate normal et d'hydroxyde. Il est alors théoriquement possible d'étudier la dissociation du premier, à la condition de pouvoir différencier les réactions des deux produits en présence. Nous y sommes parvenu grâce à une méthode de dosage différentiel qui sera décrite par ailleurs, et dont le principe consiste à doser, d'une façon continue, le gaz carbonique et l'eau dégagés pendant la réaction, à températures aussi bien constantes que linéairement croissantes.

Les résultats obtenus confirment d'abord les conclusions des autres chercheurs, celles de Venturello en particulier, à savoir que le carbonate basique est un mélange du carbonate neutre et de l'hydroxyde de glucinium.

Le chauffage graduel, à 240°/heure, de notre échantillon de formule $BeCO_3.5(BeO, H_2O)3H_2O$ correspondant à un hydroxyde $BeO + 1,6\,H_2O$

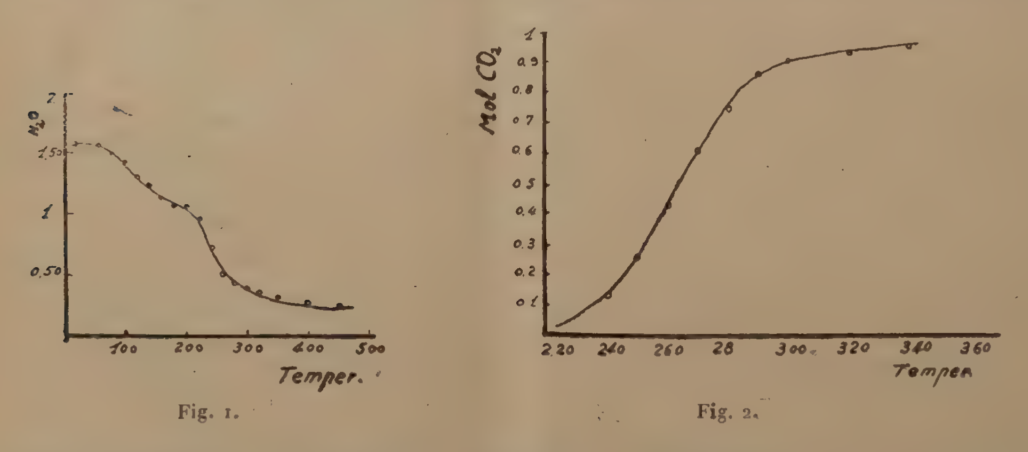


Fig. 1. Fig. 2.

révèle effectivement une brusque activation du dégagement d'eau à partir de la composition BeO, H_2O (*fig.* 1), ce qui est en parfait accord avec nos recherches antérieures concernant la déshydratation de l'hydroxyde de glucinium ([3]).

Quant à la dissociation du carbonate neutre, la vitesse d'ascension de la température étant la même que précédemment, c'est-à-dire 240° à l'heure,

---

([1]) Séance du 3 juin 1946.

([2]) *Gaz. Chim., ital.*, 69, 1939, p. 73.

([3]) H. Terem, *Revue Fac. Sc. Univ. Istanbul*, 8, (A), 1943, p. 99.

les résultats obtenus sont représentés par la courbe de la figure 2. On voit que cette dissociation s'effectue sans composés intermédiaires, c'est-à-dire sans carbonate basique, le seuil de la réaction étant de 230°.

Enfin les expériences réalisées pour étudier le comportement du carbonate à températures fixes, soit à 230, 250, 270 et 290° donnent des droites

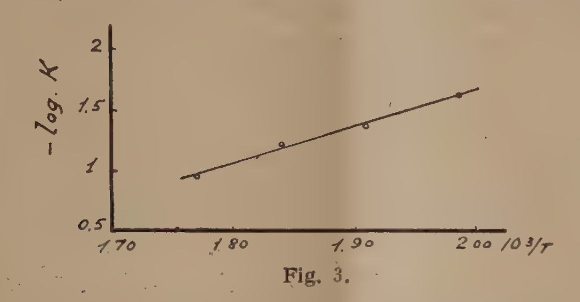


Fig. 3.

mol. CO_2, *temps* dont les pentes k vérifient la loi d'Arrhénius (*fig.* 3), conformément à l'équation

$$-\log k = 3.10^3/T - 4,325,$$

T étant la température absolue. Nous en déduisons, pour l'énergie d'activation de la réaction

$$BeCO_3 \rightarrow BeO + CO_2,$$

la valeur $W = 13815$ cal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Relation entre la viscosité limite* (η) *et le degré de polymérisation osmotique des hauts polymères à molécules filiformes.* Note [1] de MM. **Maurice Fournier** et **Xavier Thiesse**, transmise par M. Jacques Duclaux.

W. Kuhn a obtenu, par des considérations statistiques [2] sur le pelotonnement des macromolécules linéaires, une formule reliant la viscosité limite (η) des hauts polymères linéaires et leur degré de polymérisation P

$$(\eta) = K.P^{0,6 \text{ à } 0,9},$$

K étant un paramètre constant.

A la suite d'une étude rhéologique de polyamides du type Perlon et de la détermination de leur poids moléculaire, Matthes [3] a confirmé la réalité physique de cette relation. Nous avons pu, pour notre part, montrer qu'une loi analogue était applicable aux acétates et aux chlorures de polyvinyle. Les polymérisats industriels ont été au préalable fractionnés avec soin et nous avons déterminé sur les portions les plus homogènes la viscosité spécifique (η)

---

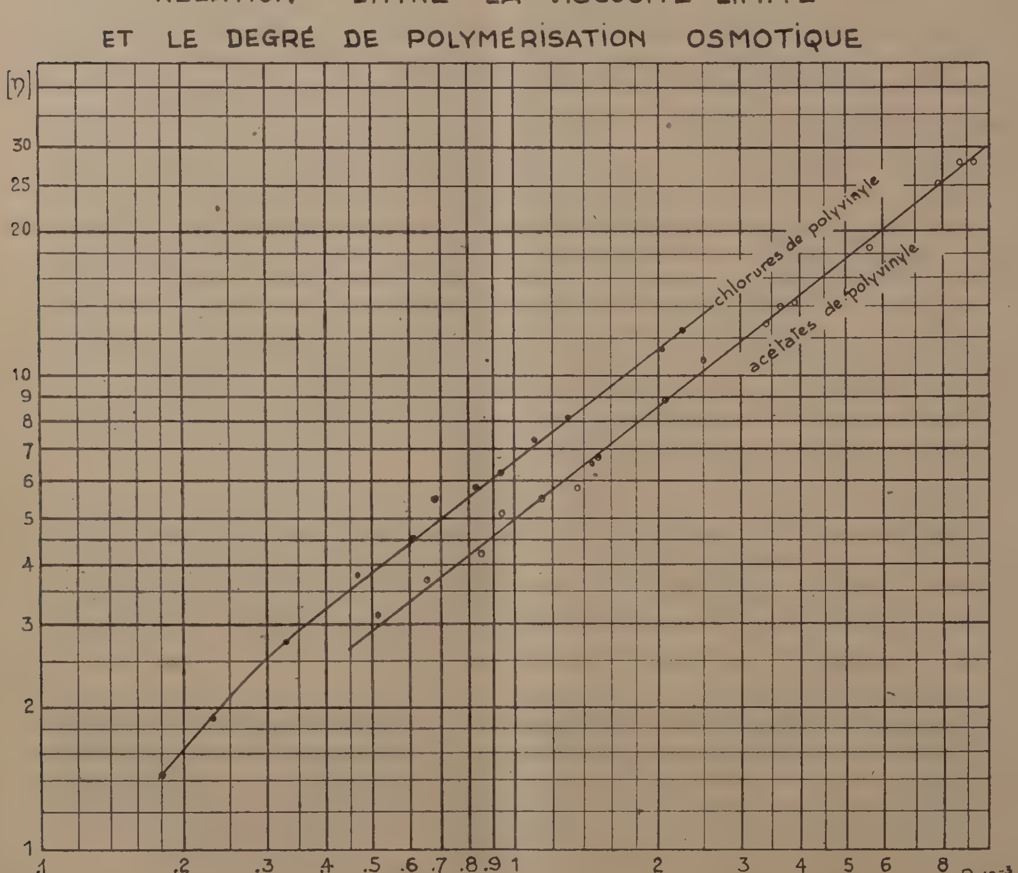
(1) Séance du 24 avril 1946.

(2) *Z. angew. Chem.*, **49**, 1936, p. 858.

(3) *Journ. f. prakt. Chem.*, **126**, 1943, pp. 245-278.

respectivement dans le benzène et la cyclohexanone, à une température de 20°C. (± 0°,05 C.). Les poids moléculaires ont été mesurés sur les mêmes fractions dissoutes dans l'acétone dans le cas des acétates, et la cyclopentanone dans le cas des chlorures de polyvinyle, en utilisant la méthode osmotique de J. Duclaux. Les membranes semi-perméables au collodion dénitré nous ont donné à cet égard toute satisfaction.

Sur le diagramme ci-dessous, nous avons porté en ordonnées les valeurs des



viscosités limites (η) des diverses fractions étudiées et en abscisses les chiffres correspondants du degré de polymérisation. On obtient, en employant des coordonnées logarithmiques, deux droites sensiblement parallèles et légèrement différentes. Les équations de ces droites sont, pour les chlorures de polyvinyle,

$$(\eta) = 0,0361\, P^{0,76},$$

et, pour les acétates de polyvinyle,

$$(\eta) = 0,0208\, P^{0,79}.$$

En dessous de (η) = ,3, la linéarité cesse pour les chlorures de polyvinyle.

On peut donc affirmer que la formule théorique de Kuhn est vérifiée avec une approximation assez bonne, par l'expérience, pour les deux types de polymères étudiés et les solvants utilisés. Elle paraît ainsi pouvoir être généralisée aux diverses macromolécules filiformes synthétiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'épichlorhydrine avec divers phénols en présence de fluorure de bore.* Note [1] de M. **Henri Lefebvre** et M. et Mme **Émile Levas**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons montré [2] que l'épichlorhydrine réagit avec le phénol ordinaire en présence de BF_3 en donnant avec un rendement intéressant l'éther γ-phénylique de l'α-monochlorhydrine.

Étendant nos recherches, nous avons étudié la condensation, dans les mêmes conditions, de l'épichlorhydrine avec les trois crésols, le thymol, l'orthocyclohexylphénol, le parabromophénol, le gaïacol et l'orthonitrophénol. Sauf avec ces deux derniers phénols, on obtient l'éther E avec un rendement variant pour un rapport moléculaire 4 du phénol à l'épichlorhydrine, de 43 à 63,5 % (par rapport à l'épichlorhydrine) suivant la nature du phénol.

$$\text{(I)} \qquad \text{ArOH} + \underset{\diagdown\text{O}\diagup}{\text{CH}_2\text{—CH}}\text{—CH}_2\text{Cl} \rightarrow \underset{\text{(E)}}{\text{Ar—O—CH}_2\text{—CHOH—CH}_2\text{Cl}}$$

Pour les trois crésols, nous avons également étudié l'influence du même rapport sur le rendement en éther E. Cette influence est nette, mais cependant moins marquée que dans le cas du phénol ordinaire. Voici les rendements obtenus dans les différentes condensations, toutes effectuées au sein du benzène et au voisinage de 0°.

Phénol.		Épichlorhydrine	Mol. phénol / Mol. épichl.	BF_3.	Rendement en éther E.	
	g	g		g	g	%
o-crésol	108	23	4	0,96	25,4	50,8
	216	23	8	1,12	28,44	56,9
m-crésol	108	23	4	1,82	27,40	54,8
	216	23	8	1,21	29,39	58,8
p-crésol	108	23	4	1,32	31,73	63,5
	216	23	8	1,34	34,34	68,7
thymol	97,5	15,4	3,9	1,05	18,1	44,8
p-bromophénol	96	12,7	4	1,60	15,73	43,2
o-cyclohexylphénol	176	22,86	4	1	28,35	42,7

Le gaïacol donne surtout des produits supérieurs, tandis qu'avec l'*o*-nitrophénol il n'y a sensiblement pas de réaction.

Afin de confirmer la structure des éthers E, nous les avons condensés avec les phénates correspondants [réaction (II)]; les diéthers ainsi préparés ont été

(1) Séance du 20 mai 1946.

(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 555.

identifiés aux diéthers α-γ obtenus par une autre méthode, en l'occurence par condensation en proportion stœchiométrique de l'α-dichlorhydrine avec les phénates de Na dissous dans l'alcool absolu [réaction (III)].

(II) $Ar—O—CH_2—CHOH—CH_2Cl + ArONa \rightarrow Ar—O—CH_2—CHOH—CH_2—O—Ar + ClNa$,

(III) $2ArONa + CH_2Cl—CHOH—CH_2Cl \rightarrow Ar—O—CH_2—CHOH—CH_2—O—Ar + 2ClNa$.

Caractéristiques des produits obtenus.

(Les détails expérimentaux et les analyses paraîtront dans un autre Recueil.)

I. *Éthers γ-aryliques de l'α-monochlorhydrine*, $Ar—O—CH_2—CHOH—CH_2Cl$.

Ar.		É corrigée.	d_4^t.	n_D^t.	Réfraction moléculaire théorie.	Réfraction moléculaire trouvé.
o-crésyle	$C_{10}H_{13}O_2Cl$	156-157°/$_{11mm,5}$	1,177/$_{20°,5}$	1,537/$_{20°,5}$	52,81	53,18
m- »	»	161-162 /$_{11,5}$	1,178/$_{16}$	1,537/$_{16}$	»	53,15
p- »	»	162-163 /$_{12}$	1,177/$_{17,5}$	1,536/$_{17,5}$	»	53,11
Thymyle	$C_{13}H_{19}O_2Cl$	150-151 /$_{5}$	1,102/$_{18,5}$	1,526/$_{18,5}$	66,67	67,52
o-cyclohexylphényle	$C_{15}H_{21}O_2Cl$	185-188 /$_{4-5}$	1,138/$_{15,6}$	1,544/$_{15,6}$	73,70	74,46
p-bromophényle	$C_9H_{10}O_2BrCl$	193-194 /$_{13,8}$	1,547/$_{20}$	1,574/$_{20}$	55,96	56,62

II. *Éthers diaryliques α-γ du glycérol*, $Ar—O—CH_2—CHOH—CH_2—O—Ar$. — Certains n'ont pas encore été décrits. Les autres ont été, pour la plupart, obtenus antérieurement par condensation de l'épichlorhydrine avec les phénols en présence de C_2H_5ONa (³). Ce dernier mode de préparation introduit un stade supplémentaire inutile (préparation de l'épichlorhydrine), puisque nous avons pu condenser directement la dichlorhydrine avec les phénates (⁴).

Ar.		F.	É corrigé.	Rendement %, (II).	Rendement %, (III).
o-crésyle	$C_{17}H_{20}O_3$	liq.	226°,5/$_{13mm,7}$	81	79,4
m-crésyle	»	»	233 /$_{13,5}$	73,5	81
p-crésyle	»	88-88°,5		90	75
thymyle	$C_{23}H_{32}O_3$	42-43	248 /$_{13}$	87,5	76
p-bromophényle	$C_{15}H_{14}O_3Br_2$	91-91,5		76,2	97
o-cyclohexylphényle	$C_{27}H_{36}O_3$	63-64	305,5-307,5/$_{13}$	87,5	65
p-cyclohexylphényle	»	122			64
gaïacyle	$C_{17}H_{20}O_5$	72,5-73,5			95,5
p-nitrophényle	$C_{15}H_{14}O_7N_2$	144,5-145			65

L'éther diphénylique α — γ du glycérol traité par le brome donne avec un bon rendement (70 %) un dérivé dibromé F 91-92° qui fut identifié à l'éther diparabromophénylique décrit ci-dessus. Les éthers diortho et diparacrésyliques fournissent de même des dérivés dibromés fondant respectivement à 78-79° (Rdt 88 %), et 88-89° (Rdt 85 %).

(³) Boyd, *J. Chem. Soc.*, **83**, 1903, p. 1137; Boyd et Marle, *ibid.*, **95**, 1909, p. 1807; Marle, *ibid.*, **101**, 1912, p. 305.

(⁴) La condensation dichlorhydrine-phénate a déjà été réalisée pour les premiers termes par Rössing et par Fairbourne qui faisaient agir la dichlorhydrine sur le phénate fondu. Nous avons trouvé plus commode d'opérer au sein de l'alcool absolu, d'ailleurs récupérable en presque totalité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles bromurations au moyen du N-bromo-succinimide.* Note [1] de MM. **Buu-Hoï** et **Jean Lecocq**, présentée par M. Marcel Delépine.

Il a été montré à plusieurs reprises (Buu-Hoï, 1943; Buu-Hoï et Lecocq, 1946; Karrer et Schmid, 1946) que l'action du N-bromosuccinimide sur les composés aromatiques permet l'obtention, selon les cas, de dérivés bromés dans le noyau ou de dérivés bromés dans les chaînes latérales. C'est ainsi que le naphtalène est transformé en α-bromonaphtalène, tandis que les méthyl-naphtalènes sont convertis en esters bromhydriques des naphtylcarbinols correspondants. Nous étendons maintenant ces réactions à des composés hétérocycliques oxygénés ou soufrés qui, en raison de leur altérabilité, ne peuvent être halogénés par le brome ou par ses succédanés habituels. Dans la série des hétérocycles oxygénés pentagonaux, nous avons constaté que le bromosuccinimide réagit avec une extrême vigueur sur le sylvan (I) ou α-méthylfuran pour donner, avec d'excellents rendements, le bromure de furfuryle (II), composé qui n'avait été préparé jusqu'ici qu'en partant de l'alcool furfurylique. En remplaçant le sylvan par le diméthyl-2.5 furan, on

(I) furan–CH_3 → (II) furan–CH_2Br (III) CH_3–furan–CH_2Br

aboutit de même au bromométhyl-5 sylvan (III), composé non encore décrit, et aussi instable que l'est son homologue inférieur. Nous voyons dans cette extrême réactivité des α-alcoylfurans vis-à-vis du bromosuccinimide une preuve nouvelle de la faiblesse du caractère aromatique du noyau furanique. Dans le domaine des hétérocycles oxygénés hexagonaux, nous avons étudié la diméthyl-2.6 pyrone-γ (IV) qui, beaucoup moins réactive, nous a donné néanmoins la méthyl-2 bromométhyl-6 pyrone-γ (V). Ce dernier corps, inédit, est isomère de la bromo-3 diméthyl-2.6 pyrone que l'on avait obtenu de façon laborieuse en faisant agir l'halogène libre sur la diméthyl-2.6 pyrone. Dans la série des hétérocycles soufrés, il nous a été possible, en partant du

CH_3–pyrone(CO, O)–CH_2R { (IV) R = H ; (V) R = Br }

CH_3–thiophène(S)–CH_2R { (VI) R = H ; (VII) R = Br ; (VIII) R = $-OC_2H_5$ }

thioxène-2.5 (VI), d'obtenir avec de très bons rendements, le méthyl-2 bromométhyl-5 thiophène (VII); la réaction, quoique moins vive qu'en série furanique (ceci est une preuve que le noyau thiophénique est plus *aromatique* que celui du furan), est très aisée, et le composé obtenu ne peut être que (VII),

[1] Séance du 27 mai 1946.

car il réagit facilement sur l'alcool éthylique (catalyseur : KCN) pour engendrer l'éthoxyméthyl-5 méthyl-2 thiophène (VIII). La méthode du bromosuccinimide permet d'introduire du brome non seulement dans les chaînes latérales des substances hétérocycliques, mais également dans leur noyau : le thionaphtène (IX) par exemple, est converti en bromo-3 thionaphtène (X), corps déjà obtenu par une autre voie.

(IX), R = H
(X) R = Br

Ces quelques exemples montrent suffisamment de quelle manière la méthode du bromosuccinimide rend aisément accessibles des domaines entiers de la Chimie organique, nombreux et variés, qui étaient restés jusqu'ici presque entièrement inexplorés.

Mode opératoire. — 1° *Bromure de furfuryle.* On dissout 10^g de sylvan fraîchement distillé dans 30^{cm^3} de CCl_4 anhydre, et l'on ajoute à froid 21^g de bromosuccinimide; il y a aussitôt réaction avec dégagement de chaleur et brunissement du liquide. On laisse refroidir pendant une demi-heure, en agitant fréquemment; le succinimide s'est alors déposé, on le filtre, et le filtrat est lavé, avec une solution froide et très diluée de soude dans l'eau, puis desséché sur SO_4Na_2. Après évaporation de CCl_4 sous vide à basse température, il reste une huile jaunâtre qui est le bromure de furfuryle, car, traitée par une solution de potasse (10^g) dans l'éthanol (30^g), elle a engendré l'α-éthoxyméthyl-furan, liquide incolore à odeur de café, bouillant à 134-138°, et se résinifiant facilement (la littérature indique pour ce corps, É 148°). — 2° (III) C_6H_7OBr. En opérant comme ci-dessus avec 16^g de bromosuccinimide, 30^{cm^3} de CCl_4 et 9^g de diméthyl-2,5 furan, on obtient (III) sous forme d'une huile jaunâtre, d'odeur très piquante, lacrymogène, distillant vers 70° sous $2^{mm},5$ avec une violente décomposition. — 3° (V) $C_7H_7O_2Br$. On chauffe au reflux pendant une demi-heure un mélange de 10^g de bromosuccinimide, 7^g de diméthyl-2.6 pyrone et 30^{cm^3} de CCl_4 à reflux; au bout de ce temps, on obtient une solution orangée qui dépose par refroidissement le succinimide. Après filtration et lavage à l'eau on évapore le filtrat. Le résidu de l'évaporation, distillé 2 fois, fournit (V) sous la forme d'une huile $É_{0,5}$ 135-140°, se solidifiant rapidement, et cristallisant de CCl_4 puis de l'éther sous forme d'aiguilles incolores, F 112°, très solubles dans l'eau et piquant vivement la peau. — 4° (X). On chauffe à reflux 36 heures un mélange de 5^g de thionaphtène, $6^g,4$ de bromosuccinimide et un peu de CCl_4; après refroidissement, on filtre; on lave le filtrat à la soude aqueuse, on le sèche sur SO_4Na_2, on évapore le solvant et rectifie le résidu. La majeure partie passe à 145° sous 20^{mm} et donne un *picrate* cristallisant de l'alcool en aiguilles jaunes F 114°. — 5° (VII) C_6H_7SBr. On chauffe très légèrement au bain-marie tiède un mélange de $11^g,2$ de thioxène-2.5, $17^g,8$ de bromosuccinimide, et 50^{cm^3} de CCl_4 : il se produit une très violente réaction vers 60°. On laisse refroidir, et essore le succinimide; on lave la solution tétrachloratée à la soude aqueuse, puis à l'eau, on la sèche sur SO_4Na_2, on évapore le solvant et distille le résidu sous vide. Après rectification, on a une huile incolore, $É_{13}$ 90°, très lacrymogène, s'altérant à l'air et à la lumière (rendement 7^g). — 6° (VIII). $C_8H_{12}OS$. 18^g du corps (VII), chauffés 1 heure avec une solution de 7^g de CNK dans 60^g d'éthanol, ont donné, après le traitement habituel, 12^g d'un liquide incolore, d'odeur aromatique, $É_{13}$ 86°, d'indice n^{17° 1,5615, stable à l'air et à la lumière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de réduction électrolytique du phtalimide.* Note de MM. **Albert Dunet** et **Antoine Willemart**, présentée par M. Marcel Delépine.

Par réduction électrolytique du phtalimide on peut obtenir, suivant les conditions expérimentales, soit l'hydroxyphtalimidine (I), [B. Sakurai ([1])],

CHOH, NH, CO (I) — CH_2, NH, CO (II) — CH_2, NH, CH_2 (III)

soit la phtalimidine (II), [B. Sakurai ([1])], soit enfin l'isoindoline (III), [E. Späth et F. Breusch ([2]), B. Sakurai ([3]) et E.-W. Cook et W.-G. France ([4])].

Nous avons constaté que, dans les deux premiers cas, les produits de la réaction sont complexes par suite des transformations que les termes de réduction peuvent subir, ce qui explique l'absence d'indication de rendement dans le Mémoire du chimiste japonais.

En particulier, dans le cas de la réduction du phtalimide en phtalimidine, il se forme intermédiairement de l'hydroxyphtalimidine, et ces deux corps peuvent réagir l'un sur l'autre pour donner la 1-N-phtalimidine oxo-3 isoindoline, $C_{16}H_{12}O_2N_2$ (IV), composé nouveau que nous avons effectivement isolé.

CH_2, CH—N, NH, CO, CO (IV)

Dans un vase poreux servant de compartiment cathodique, on met 50^{cm^3} d'acide chlorhydrique, 50^{cm^3} d'eau, 50^{cm^3} d'alcool éthylique et 3^g de phtalimide. La cathode est constituée par une plaque de plomb de 1^{dm^2} préparée suivant J. Tafel ([5]) et l'anode par une lame de platine. On fait passer un courant de 6 ampères pendant 6 à 7 heures à une température de 30-40°. On concentre (sans neutraliser l'acide) et l'on obtient d'abord un corps

([1]) *Bull. of the Chem. Soc. of Japan*, **5**, 1930, pp. 184-189.
([2]) *Mon. Hefte*, **50**, 1928, pp. 349-356.
([3]) *Bull. of the Chem. Soc. of Japan*, **7**, 1932, pp. 155-157.
([4]) *Journ. of Phys. Chem.*, **36**, 1932, pp. 2383-2389.
([5]) *Ber. d. chem. Ges.*, **33**, 1900, p. 2215.

cristallisé en aiguilles incolores, très solubles dans le chloroforme, la pyridine, solubles dans l'alcool éthylique et l'eau chaude, peu solubles dans le benzène, l'éther et l'acétone.

Après purification par cristallisation dans l'alcool éthylique, le composé fond à 228° (Bloc Maquenne). Rendement de 15 à 20 % par rapport au phtalimide. En continuant la concentration, après avoir alcalinisé, on obtient la phtalimidine de point de fusion 149°.

La détermination de la constitution du composé nouveau résulte de l'ensemble des faits expérimentaux suivants :

1° L'analyse élémentaire donne % C 71,7; H 4,6; N 10,58 au lieu de C 72,6; H 4,54; N_2 10,6 pour $C_{16}H_{12}N_2O_2$. Le poids moléculaire déterminé par cryoscopie dans le camphre suivant Rast est 275; théorie 264.

2° La méthode de Zerewitinof fait apparaître un seul atome d'hydrogène mobile à froid.

3° Par action de l'acide nitreux, on a obtenu un produit jaune, qui, après cristallisation dans l'alcool, fond à 208°. L'analyse élémentaire de ce composé a mis en évidence l'introduction d'un seul groupe nitrosé. Trouvé % C 66,71; H 4,04; N 14,17, au lieu de C 65,5; H 3,75; N 14,34 pour $C_{16}H_{11}O_3N_3$.

Il paraît vraisemblable que l'atome d'hydrogène mobile lié à l'atome d'azote de la formule IV est remplacé par le groupe nitrosé.

4° Enfin on a pu faire la synthèse du composé représenté par (IV) en mélangeant équimoléculairement de l'hydroxyphtalimidine et de la phtalimidine dans une solution hydroalcoolique d'acide chlorhydrique. Après quelques heures de contact, on obtient par évaporation avec un rendement de 60-70 % un corps qui fond à 228°, idendique à celui isolé précédemment.

Si, par contre, on effectue la même opération avec la phtalimidine seule, on obtient uniquement du chlorhydrate de phtalimidine et avec l'hydroxyphtalimidine seule, on obtient l'anhydride de l'hydroxyphtalimidine auquel on attribue soit la formule (V) [Reissert ([6])], soit la formule (VI) [Sakurai ([7])].

OH
CH——C
NH HN
CO CO
(V)

CH—O—CH
NH HN
CO CO
(VI)

Nous nous proposons d'infirmer ou de confirmer ultérieurement l'une ou l'autre de ces structures.

L'ensemble de ces expériences permet de concevoir aisément comment la 1-N-phtalimidine oxo-3 iso-indoline peut effectivement se former dans le milieu réactionnel de réduction électrolytique contenant indubitablement un mélange d'hydroxyphtalimidine et de phtalimidine.

([6]) A. Reissert, *Ber. d. chem. Ges.*, **46**, 1913, p. 1488.

MINÉRALOGIE. — *Sur les argiles micacées (Illites)*. Note de M. A. RIVIÈRE, présentée par M. Charles Mauguin.

Les minéraux argileux de très nombreux sédiments schisteux, argileux, marneux sont essentiellement des *Illites* [1]. Le centre des spectres Debye-Scherrer étant noyé dans une zone de diffusion intense, j'ai eu recours à l'orientation [2] des argiles : par sédimentation et évaporation lente de *suspensions parfaitement défloculées et dispersées*, on obtient des pellicules constituées par l'agglomération de particules cristallines orientées parallèlement à leur plan. Elles donnent des spectres X très particuliers, caractérisés par un renforcement intense des réflexions *oop*, à la fois en raison de la structure et de la forme de la préparation.

L'application de la méthode a d'abord permis de vérifier que certaines des argiles étudiées (C) appartenaient bien aux palygorskites [1] (structure fibreuse). Les autres (A, B) donnent (voir la figure) presque toutes le même

Spectres d'argiles orientées, angle de Bragg compris entre — 10° et + 10° environ

spectre avec les raies : *a*. F 14,2 Å; *b*. F 10,1 Å; *c*. F ou *m* 7,11 Å; *d*. *f* 4,91 Å; *e*. *m* ou F 3,55 Å; *f*. F 3,32 Å. Toutefois l'un des échantillons (argile des marnes bleues de Cormeilles) ne présente que les raies *b*, *d*, *f* qui, d'après la valeur des écarts réticulaires correspondants, semblent pouvoir être considérées comme des réflexions successives d'ordre 1, 2, 3. Les autres *a*, *c*, *e*, n'appartiennent visiblement pas à la même maille; elles pourraient encore être considérées comme des réflexions d'ordre 1, 2, 4, mais on notera que si l'écart *a* (14,2 Å) est voisin de celui des montmorillonites, les raies *c* et *e* coïncident avec celles de la kaolinite. Le premier système correspond évidemment à une structure bien définie (à 10 Å) que l'on peut considérer comme typique des illites et l'ensemble du spectre pourrait être interprété comme résultant du mélange de cette illite avec de la kaolinite et une argile

(1) A. RIVIÈRE, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1946 (sous presse).
(2) W. F. BRADLEY, *The Am. Mineral.*, **25**, VI, 1940.

montmorillonitique. Cependant, cette interprétation se heurte aux objections suivantes : *a*. l'écart 14,2 Å (légèrement différent de celui des montmorillonites typiques) semble indifférent aux conditions hygroscopiques; *b*. l'intensité des raies semble impliquer des proportions de kaolinite et de montmorillonite incompatibles, 1° avec l'absence de certaines raies fortes de la kaolinite dans les spectres D-S, même surexposés, 2° avec l'absence de la réflexion *f*(3,12 Å) de la montmorillonite orientée, distincte de la réflexion voisine des illites (3,32), 3° avec l'absence de la raie de grand écart réticulaire de la montmorillonite (très intense), dans les spectres D-S; *c*. les paillettes cristallines du *minéral* E de Brajnikov donnent des spectres identiques et, dans ce cas, il ne saurait évidemment être question de mélange de particules indépendantes.

Les faits s'expliqueraient mieux en admettant que les particules argileuses soient des sortes de *mâcles*, constituées par l'alternance de séries d'épaisseurs variables (mais toujours faibles) des feuillets des trois types. Il en résulterait un affaiblissement et un étalement des réflexions susceptibles d'amener la confusion à peu près complète des différentes raies de grand écart réticulaire et la disparition des autres (en dehors de celles de l'illite, dominante) dans les spectres D-S. Un argument indirect en faveur de cette interprétation est que, dans certains cas, les critères du paragraphe *b* ci-dessus, ont permis l'identification incontestable de kaolinite et de montmorillonite indépendantes de l'illite.

D. Ph. Nagelschmidt [3] explique le manque de netteté des raies centrales des illites par l'alternance de feuillets à plus grand écart réticulaire et considère leur apparition comme la conséquence de phénomènes d'altération avec passage périodique à la structure montmorillonitique (par élimination des ions K intercalés entre les feuillets d'illite). Cependant, au moins dans nos échantillons, la présence d'une structure à 14 Å est toujours liée à la présence d'une structure à 7 Å. Il est possible que cela tienne à l'évolution de la structure illite vers des structures plus stables, l'une plus pauvre, l'autre plus riche en silice, donc éventuellement sans modification chimique importante, mais cette structure complexe apparaît parfois d'emblée dans des illites de néoformation (échantillon remis par M. Goguel). D'autre part ces associations me semblent pouvoir également se réaliser en cours de sédimentation.

GÉOLOGIE. — *Le sondage de Lao-Si-Kai (Tien-Tsin). L'artésianisme dans la plaine du Tcheu-Ly (Chine).* Note [1] de M. **Émile Licent**.

Le sondage de Lao-Si-Kai (Tien-Tsin) a atteint une profondeur de 864^m, dans un gros sable bleuté surmonté de graviers et d'un sable gris bleuté dans

---

(3) *Min. Mag.*, 27, 1944, p. 59.

(1) Séance du 12 juin 1946.

lequel on a établi la crépine (716 à 743^m). L'eau s'élève à 7^m au-dessus du sol (altitude de Tien-Tsin, 5^m).

Température 31° C. Dureté totale très basse; dureté permanente pratiquement nulle. Teneur en sulfates de Ca, Mg et Na remarquablement faible; 39^{mg} par litre. Teneur en chlorure de sodium des plus faibles par comparaison avec les puits profonds de la région, 108^{mg}; bicarbonate de sodium, 554^{mg}; carbonate de sodium, 47^{mg}; résidu salin au rouge sombre, 561^{mg}.

D'après l'étude de 80 sondages plus ou moins profonds (216^m pour le plus profond) on pouvait concevoir le remplissage du synclinal que couvre la plaine du Tcheu-Ly comme une formation d'alluvions plus ou moins argileuses (lœss délavé) recoupée par un réseau de couches irrégulières plus sableuses ou graveleuses. En profondeur, on trouverait des voies plus dégagées, anciens thalwegs, glacis caillouteux, où l'eau garderait partiellement la pression correspondant aux régions d'infiltration qui se relèvent au pourtour de la plaine.

La subsidence du synclinal continue, provoquant des dépressions que les rivières colmatent par des deltas intérieurs.

Les terrains traversés par le sondage de Lao-Si-Kai sont en général plus chargés d'argile dans les régions supérieures. Font exception les couches suivantes : 36 à 47^m avec 4 % d'argile seulement; 89 à 96^m, traces; 122 à 137, néant; 146 à 150, 11 %; 152 à 158, néant; 190 à 198, 16 %; 214 à 217, 14 %; 219 à 230, 3 %. Toutes les autres couches, de 0 à 259^m, contiennent au moins 25 % d'argile; l'une d'elles (155 à 160^m) arrive à 74 %; une autre (229 à 263^m) à 80 %. De 13 à 259^m, la proportion moyenne est 40 %. Cet ensemble, où la couleur jaune domine, forme, avec l'eau capillaire, *un* toit *pratiquement imperméable*.

Plus bas l'argile tombe à 10 ou 15 %. De 338 à 461^m, on trouve des graviers très aquifères, et, à partir de 558^m, des sables bleutés, plus siliceux, presque purs, dominent, en couches épaisses, jusqu'au fond (864^m). *Les eaux trouvent là une circulation plus aisée*, avantage qui ne peut que s'accentuer en profondeur.

A toutes hauteurs il y a des grains basaltiques ou andésitiques et aussi, par exemple vers 729^m, des paillettes de biotite larges de 3 à 4^{mm}.

A certains niveaux le sable est durci, cimenté par l'argile ou le calcaire. Entre 259 et 280^m, 342 et 345, 360 et 360$^{1/2}$, 373 et 382, 417 et 418, 451 et 453, 532 et 533, on a rencontré des blocs et cailloux calcaires, sans doute des concrétions analogues aux « poupées » du lœss. Le calcaire se présente souvent aussi en fragments bruns ou chamois (Cambrien ou Précambrien). Le fer est très rare, sinon absent. Vers 459 et 486^m se sont produits des dégagements d'anhydride carbonique; on n'a trouvé de débris ligniteux qu'à la crépine (729^m).

Les dépôts d'eau douce dominent. Les Planorbes et Limnées abondent de 23 à 83^m et de 706 à 744^m. Les débris de Quadrula et de Corbicula viennent surtout des niveaux suivants : 25 à 39^m, 219 à 230^m (?), 343 à 434^m, 379 à 389^m, 503 à 536^m, 558 à 599^m et 852 à 866. Les *Lutraria*, coquilles d'estuaires et de lagunes, occupent les niveaux de 13 à 37^m, 48 à 77^m, 644 à 664^m, 715 à 744^m; des Planorbes dénoncent le voisinage d'eaux continentales aux niveaux 65 à 77^m et 715 à 744^m.

On n'est pas sorti du Quaternaire.

Il reste difficile d'apprécier la profondeur du synclinal. On peut remarquer

cependant que les graviers de plus en plus abondants, à grains anguleux entre 567 et 716^{m}, ainsi que les fragments de calcaires anciens à différents niveaux, suggèrent, comme possible pour l'époque de leur dépôt, le voisinage assez proche des bords du synclinal. Il n'est pas probable que celui-ci soit en V très fermé. D'ailleurs le fond n'est vraisemblablement pas en gouttière régulière : on peut supposer un relief enseveli.

Les chances d'eaux jaillissantes semblent plus grandes dans la partie plus étroite de la plaine à l'ouest du Chantoug, puis suivant des alignements parallèles aux bordures ouest et est, surtout en face des débouchés des grandes vallées, pour la plupart anciennes.

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports des séries triasiques de la Sierra de Baza (Prov. de Grenade) avec la série métamorphique de la Sierra-Nevada.* Note [1] de MM. **Luis Solé** et **Paul Fallot**, présentée par M. Charles Jacob.

Ayant étudié dans la partie orientale de la Sierra de Baza une zone de 12^{km} de large sur une trentaine de kilomètres mesurés transversalement aux accidents, nous avons admis qu'y règnent deux unités tectoniques superposées [2] formées toutes deux de Werfénien sans conglomérat de base, faiblement métamorphique dans la plus basse, puis de Trias moyen et supérieur marin. Il reste à envisager leurs rapports avec les terrains métamorphiques qui s'étendent plus au Sud.

Nous avons insisté sur le fait [3] que le complexe métamorphique de la Mischungszone, superposé au Cristallin de la Sierra-Nevada, pend au Nord et disparaît, comme l'a dit M. Jansen, sous le Werfénien de l'unité alpujarride inférieure. Si l'on ne peut établir rigoureusement, dans le secteur étudié ici, la nature du contact du Trias inférieur avec la Mischungszone, les apparences font supposer qu'il existe entre elles une certaine discordance ou disharmonie. L'hypothèse admise par l'École hollandaise, pour tous les éléments alpujarrides du Nord de la Sierra-Nevada, à savoir l'existence d'une surface de charriage séparant le Werfénien de son substratum métamorphique, ne peut être ni confirmée ni infirmée ici.

On a, par contre, des preuves multiples de l'indépendance tectonique, au moins relative, du Muschelkalk de la série alpujarride inférieure par rapport à son Werfénien basal, sur lequel il repose par des termes variés et souvent en biseau. Mais rien ne permet encore d'évaluer l'ampleur du déplacement du complexe calcaréo-dolomitique par rapport au Trias inférieur.

---

(1) Séance du 27 mai 1946.

(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1184.

(3) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1218.

Quant à la série supérieure, si on lui rapporte le témoin du Calar de Quintana, elle recouvre la précédente sur au moins 13^{km} de distance transversale. Si on lui rapportait les massifs situés entre le Werfénien du Cortijo de Carillo et les abords de Baza, ce chiffre devrait être porté à plus de 30^{km}.

Les théories en faveur font venir les poussées et les éléments alpujarrides du Sud. Mais il convient de noter que le plongement général des séries alpujarrides vers le Nord, comme la disposition de certains accidents tectoniques, notamment aux abords du Quintana, évoquent, au moins localement, des efforts propagés du Nord au Sud. Les faciès des niveaux les plus élevés des massifs avoisinant Baza rappellent beaucoup, d'autre part, ceux du Lias inférieur subbétique. Enfin les deux unités tectoniques que nous avons distinguées ne s'enracinent ni l'une ni l'autre sous le revers septentrional du massif cristallin. Leur bord interne se relève au contraire vers le Sud, où l'on a vu qu'il repose sur les marbres de la Mischungszone.

Des variantes apparaissent toutefois dans la position de ces derniers. Ainsi, à l'Est de la Golfa, ils s'insèrent dans le versant sud de la vallée du moyen Bodurria, sous des schistes métamorphiques accompagnés de micaschistes à grenats, de telle sorte que, dans ces parages, semble s'être produit soit un renversement, soit un écaillage de la Mischungszone. Les éléments alpujarrides du voisinage ne paraissent pas suivre ce mouvement. Plus au Nord-Est, vers Los Colmenares, apparaît, sous les marbres accompagnés de phyllites, un vigoureux anticlinal, ou, mieux, un dôme de Trias moyen non métamorphique, orienté Sud-Est-Nord-Ouest. Sa retombée Nord-Ouest est séparée des séries triasiques alpujarrides de l'Ouest de Los Colmenares et de l'Enebro par une mince bande de schistes phylliteux sans marbres, peut-être werféniens.

Hormis quant à cet anticlinal profond dont la signification nous échappe encore, comme aussi semble-t-il à M. Jansen, les séries triasiques conservent partout leur allure et leurs rapports respectifs, et elles s'élèvent vers le Sud comme si elles étaient venues s'appliquer contre le massif cristallin dans un mouvement Nord-Sud. On pourrait aussi admettre, selon le schéma classique que, s'enracinant au Midi du Cristallin de la Sierra Nevada, elles représentent, ici, les parties frontales plongeantes de digitations d'une grande nappe venue du Sud.

Si la Mischungszone comportait dans sa série cristalline et calcaire ne fût-ce que du Werfénien, toute la série à Werfénien rouge ou rose et à Trias marin qui repose sur elle serait charriée et cette dernière interprétation s'imposerait. Si elle n'embrasse que du Paléozoïque, comme les apparences le laissent supposer ici, la plus inférieure des séries à Trias marin se trouve en place. Elle joue le rôle de ce que M. Blumenthal appelle dans la Sierra Tejeda le *Trias basal*, rôle d'ailleurs parfaitement conciliable avec les décollements de la série calcaréo-dolomitique par rapport aux phyllites werféniennes. Dans ce cas on n'aurait pas à se préoccuper des racines de la série inférieure puisqu'elle serait

autochtone ou parautochtone. Par contre la série ou nappe supérieure étant charriée sur la première, le problème de son enracinement au Sud des massifs cristallins reste posé, comme aussi ceux de son extension et de ses rapports avec la complexe que, vers Gor, à l'Ouest du secteur décrit ici, M. Jansen rapporte à la nappe de Guajar.

L'étude de ces questions fera l'objet de recherches ultérieures.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte d'une discordance dans le Précambrien de Mauritanie Occidentale.* Note de M. **André Blanchot**, présentée par M. Charles Jacob.

En Mauritanie Occidentale, le Précambrien forme une grande pénéplaine qui est recouverte à l'Est par les formations cambro-ordoviciennes de l'Adrar et qui s'ennoie au Sud et à l'Ouest sous des dépôts récents continentaux ou marins.

Ce Précambrien comprend, avec différents granites, deux termes de métamorphisme nettement différent : *des schistes cristallins*, que j'appelle série de l'Amsaga, recouverts en discordance dans l'Incheri par une série de *quartzites et de schistes*, que j'appelle série d'Akjoujt. Des *roches basiques* non tectonisées, généralement en filons, recoupent les deux termes de ce Précambrien; elles se développent cependant surtout dans la série de l'Amsaga et elles font peut-être partie de la même série que celles que l'on voit recouper la totalité du primaire dans le synclinal de Taodéni.

Les *granites* apparaissent surtout dans la série de l'Amsaga, qu'ils migmatisent en partie; il s'agit là de granites calcoalcalins à biotite et des granodiorites avec des pegmatites à tourmaline associées. En général, les quartz sont à extinction roulante; les mâcles des feldspaths et les micas sont fréquemment tordus. La granitisation a donc précédé les mouvements qui ont redressé la série de l'Amsaga parfois jusqu'à la verticale. Cependant on peut également observer des intrusions plus rares de granite dans la série d'Akjoujt (Hajakh Dekhen); il est possible en outre que le granite porphyroïde à biotite de Ben Amera, intrusif dans la série de l'Amsaga près de la frontière du Rio de Oro, soit à rattacher à la venue granitique postérieure à la série d'Akjoujt.

Les *schistes cristallins* s'étendent de la frontière du Rio de Oro à l'Inchiri et constituent le Tasiast, l'Azepalle, le Tijirit, l'Akchar et l'Amsaga. Ils sont en majeure partie d'origine para et comprennent des micaschistes à muscovite, des micaschistes presque exclusivement composés de biotite, des gneiss à biotite typique, des gneiss oeillés et des leptynites grenatifères, entre lesquels il ne m'a pas encore été possible de délimiter les différentes zones d'isométamorphisme. Ils s'ordonnent en bandes parallèles de direction générale Nord-Sud.

Les *quartzites et schistes* de la série d'Akjoujt constituent la majeure partie de l'Inchiri et leur épaisseur totale paraît être de l'ordre de 10 000 mètres. Les

quartzites contiennent presque toujours de l'hématite, parfois en très grandes quantités. Les schistes sont très polymorphes : séricîteux, chloriteux ferrugineux, ardoisiers, gaufrés etc. La série contient en outre quelques accidents calcaires et des loupes de roches vertes très altérées, formées de chlorite et d'épidote avec quelques feldspaths à peine reconnaissables. Sauf dans la région d'Aguelt Sidi, au voisinage de l'intrusion granitique de l'Ajajakh Dekhen, le métamorphisme est peu intense et ne dépasse pas le stade épi, les éléments les plus métamorphisés étant des schistes séricîteux et des quartzophyllades à rares paillettes de muscovite.

A part quelques accidents locaux, les directions de la série quartzito-schisteuse s'orientent en un arc de cercle dont le centre est voisin du poste d'Akjoujt; dans l'Est de l'Inchiri, elles sont à peu près Nord-Sud et elles s'infléchissent progressivement pour devenir Est-Ouest au Nord d'Akjoujt. Les pendages, vers l'Ouest ou le Sud, restent généralement modérés et dessinent un synclinal dont le centre est un peu à l'Ouest d'Akjoujt.

La série quartzito-schisteuse est manifestement postérieure aux schistes cristallins de l'Amaaga, qu'elle recouvre en discordance. Le contact est particulièrement net sur le versant nord des massifs d'Irarchen et d'Araguib, à 30km au Nord-Est d'Akjoujt, où on peut le suivre sans discontinuité sur plus de 3km dans une série de collines d'une centaine de mètres de hauteur de commandement; la moitié inférieure de ces collines est formée de gneiss et de micaschistes fortement redressés en bandes parallèles de direction Nord-Sud, tandis que la moitié supérieure est constituée de quartzophyllades chloriteux de direction Est-Ouest, qui s'ennoient doucement vers le Sud sous des schistes divers. Entre ces chloritophyllades et les gneiss s'insère une bande puissante de 12 à 15m de schistes très bien caractérisés par leur cassure conchoïdale, leur débit prismatique et leur couleur gris-vert sur les affleurements frais, devenant chocolat ou lie de vin par altération superficielle. La discordance entre les phyllades et les schistes cristallins est soulignée par un conglomérat d'un mètre environ de puissance, constitué surtout de grains arrondis de quartz avec quelques galets de la grosseur d'un œuf et parfois des éléments bréchoïdes; localement on peut observer dans les schistes quelques récurrences gréseuses minces et lenticulaires. A une vingtaine de kilomètres plus à l'Ouest la discordance reparaît encore en quelques points restreints sur le rag au Nord d'Atilis.

Dans son *Esquisse géologique de l'Afrique Occidentale Française*, P. Legoux [1] a rattaché, malgré la profonde différence des faciès, les formations quartzito-schisteuses de l'Inchiri au Birrimien de Côte d'Ivoire et de Gold Coast, et la découverte d'une discordance à leur base ne me paraît nullement une raison pour contester cette assimilation. D'autre part, la similitude des faciès et la relative proximité géographique m'amènent à penser que cette discordance est

---

[1] Bulletin n° 4 du *Service des Mines de l'A. O. F.*, Dakar, 1939, p. 23.

la même que celle que L. Neltner a signalée ([2]) au Tizi-n-Tarhatine dans le sud marocain, entre des quartzites algonkiens et des schistes cristallins archéens. Enfin elle est également à rapprocher de celle que C. Kilian a découverte ([3]) au Hoggar entre des conglomérats pharusiens et des schistes cristallins suggariens.

GÉOLOGIE. — *Sur la situation stratigraphique des quartzites de Bakel (Sénégal).* Note de MM. **Maurice Nicklès** et **Maurice Roques**, présentée par M. Charles Jacob.

La chaîne de collines que traverse le Sénégal dans la région de Bakel est constituée par des formations plissées que H. Hubert désignait sous le nom de *schistes et quartzites redressés* et sur lesquelles repose en discordance la série des *grès siliceux horizontaux* primaires, constituant la région des plateaux soudaniens à l'Est. F. Jacquet et M. Nicklès ([1]) ont montré que, dans les formations anciennes plissées, on pouvait distinguer deux séries distinctes. La première, dite *série plissée* ou *série de la Falémé* (P. Legoux), est représentée par des poudingues, des schistes, des grès et des jaspes non métamorphiques. Elle repose en discordance sur une série plus ancienne, dite *plissée et métamorphique*, qui nous retiendra plus particulièrement ici. Dans la région de Bakel, il est en effet possible d'y distinguer trois termes superposés, qui sont de bas en haut : 1° *La série des micaschistes de Thiagnaf ;* 2° *La série des quartzites de Bakel ;* 3° *La série des schistes de Youpé Amady*.

Les micaschistes constituent la plaine de Thiagnaf où ils apparaissent sous des revêtements sableux. Ce sont des micaschistes séríciteux, à biotite bien développée, contenant parfois de la pyrite, et alternant avec des gneiss séríciteux à grain fin, à biotite, représentant des couches primitivement feldspathiques. Cet ensemble appartient à la zone de métamorphisme des micaschistes inférieurs ([2]). Les couches ont une direction à peu près Nord-Sud. Elles sont extrêmement froissées, au point qu'il est difficile d'y déterminer des pendages d'ensemble. Ces micaschistes affleurent au milieu de chaînons de quartzites qui dominent la plaine de Thiagnaf au Nord-Ouest, et se développent surtout au Sud-Est, dans la région de Bakel. Les relations exactes entre les micaschistes et les quartzites ne sont pas directement visibles en raison des ensablements. Mais la plaine de Thiagnaf se présente morphologiquement comme une boutonnière de micaschistes sous la série des quartzites constituant les collines périphériques.

La série des quartzites de Bakel est constituée par des roches de teinte claire, blanches,

---

([2]) Maroc central et méridional, *in La Géologie et les Mines de la France d'Outre-Mer*, (*Pub. Bureau Études Géol. et Min. Col.*, Paris, 1932, p. 156); *Études Géologiques dans le Sud Marocain* (*Notes et Mém. Serv. Mines Maroc*, Rabat, 1938, n° 42, pp. 59 et 60).

([3]) *Sur des conglomérats précambriens du Sahara central, le Pharusien et le Suggarien* (*C. R. Soc. géol. Fr.*, Paris, 4 avril 1932, fasc. 6, pp. 76-78).

([1]) *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1163.

([2]) J. Jung et M. Roques, *Bull. Serv. Carte Géol. France*, 39, 1938, pp. 122-148.

vertes ou roses. Il existe des bancs massifs très épais à stratification peu visible, des couches de quartzites à muscovite à schistosité concordante, et des intercalations de schistes séricitenx. Toutes ces formations sont fréquemment recoupées de filonnets de quartz secondaire. La série se classe dans la zone des micaschistes supérieurs. Elle est plissée en direction Nord-Est, avec des plongements ne dépassant pas 45°.

Au Sud-Est de Bakel, cet ensemble plonge vers le Sud-Est sous les *schistes de Youpé Amady*, que l'on voit affleurer avec des pendages Sud-Est dans le lit du Balimkhollé, entre Bakel et Kidira. La série est constituée par des schistes sèriciteux, ocres, verts ou violacés, alternant avec des schistes séricitenx quartzeux, parfois un peu feldspathiques. Elle paraît se situer vers le sommet de la zone des micaschistes supérieurs.

En définitive, dans la région de Bakel, on peut distinguer dans la série *plissée et métamorphique* trois termes stratigraphiques superposés, dont le métamorphisme diminue de bas en haut. Il ne s'agit pas là d'une distinction locale, car des séries semblables sont connues ailleurs en A. O. F.

C'est ainsi qu'il existe ([3]) dans la Boucle du Niger, au Soudan Oriental, une succession de séries antérieures aux grès horizontaux paléozoïques, dont l'analogie avec les séries de la chaîne du Sénégal est très remarquable. Ces séries correspondent à celles du Sénégal de la façon suivante :

Sénégal.	Boucle du Niger.
Série de la Falémé. Schistes, grès quartzeux, jaspes, conglomérats.	*Série de Hombori-Douentza.* Schistes à hématite, grès quartzeux, quartzites, jaspes, conglomérats.
Discordance.	Discordance.
Série de Youpé Amady. Schistes séricitenx et quartzites feldspathiques.	*Série de Labbezenga.* Schistes séricitenx et quartzites feldspathiques.
Série de Bakel. Quartzites clairs à muscovite.	*Série d'Ansongo.* Quartzites clairs à muscovite. Arkoses et conglomérats métamorphiques.
?	Discordance.
Micaschistes de Thiagnaf. Micaschistes et para-gneiss.	*Gneiss de Bourré.* Ortho-gneiss dérivant de granite.

La série d'Ansongo repose en discordance sur les orthogneiss de Bourré, qui ont ceci de commun avec les micaschistes de Thiagnaf qu'ils sont antérieurs à la série quartzeuse, tout en ayant été métamorphisés, ou remétamorphisés, avec elle. Les micaschistes de Thiagnaf sont peut-être, comme les gneiss de Bourré, les restes d'un très vieux socle sur lequel se serait déposée la série quartzeuse (Bakel, Ansongo), puis la série schisteuse (Youpé Amady, Labbezenga).

Rappelons enfin que les formations métamorphiques de la région de Bakel

([3]) M. Roques, *C. R. som. Soc. géol. France*, 3 décembre 1945.

sont assimilées par P. Legoux ([4]) au *Birrimien* de Gold Coast, du fait qu'elles sont antérieures aux venues granitiques majeures. Comme dans la Boucle du Niger, la série quartzeuse (Bakel) se situerait à la base du Birrimien schisteux, représenté ici par la série de Youpé Amady. Quant à la série de la Falémé, elle rentre, comme celle de Hombori-Douentza, dans le cadre des «séries intermédiaires plissées» de P. Legoux.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Crassulacées. Développement de l'albumen et formation des haustoriums chez le* Cotyledon Umbilicus *L.* Note de M. **Pierre Crété**, présentée par M. René Souèges.

Pour Mauritzon ([1]), les premiers cloisonnements de l'albumen des Crassulacées se font selon l'un des cinq types *Spathulata*, *Acre*, *Rupestre*, *Crassula* ou *Tatra*, auxquels il ramène toutes les espèces qu'il a étudiées. J'ai vérifié que la

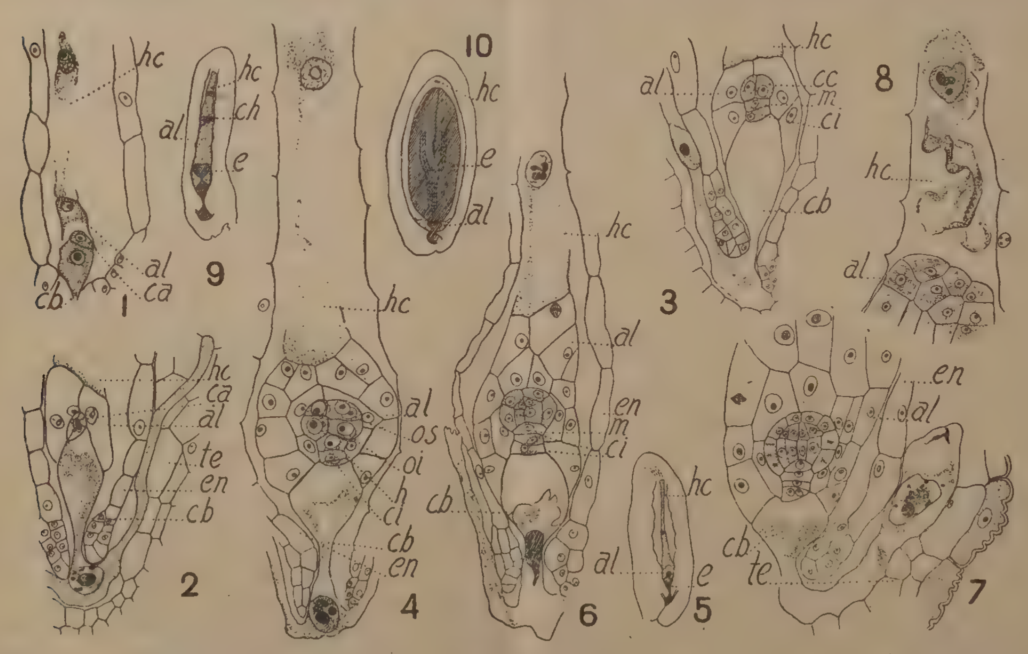


Fig. 1 à 10. — *Cotyledon Umbilicus* L. — Développement de l'albumen et formation des haustoriums. En 1, 2, 3, 4, 6 et 7, différents stades de la formation de l'albumen; en 8, haustorium chalazien d'une graine subadulte; en 5 et 9, ovules et, en 10, graine, coupés longitudinalement. *hc*, haustorium chalazien; *al*, albumen proprement dit; *ch*, cellules de l'albumen à caractère haustorial; *e*, embryon; *ca* et *cb*, cellules apicale et basale du proembryon bicellulaire; *os* et *oi*, octants supérieurs et octants inférieurs; *h*, hypophyse; *m* et *ci*, cellules-petites-filles de *ca*; *en*, épiderme nucellaire; *te*, tégument ovulaire. G. : 90, pour les figures 5, 9 et 10; 370, pour les figures 1 à 8.

classification des albumens, établie par le savant suédois, ne s'appliquait pas de

---

([4]) *Bull. Direction Mines A. O. F.*, Dakar, 1939, nº 4.

([1]) *Studien über die Embryologie der Familien Crassulaceae und Saxifragaceae*, Lund, 1933.

façon plus heureuse au cas du *Cotyledon Umbilicus* L. que la classification proposée pour les embryons ([2]).

Une cloison transversale sépare la cellule primordiale d'albumen en deux éléments superposés dont l'un, *hc*, fort allongé est dirigé vers la chalaze; l'autre, *al*, moins développé, entoure la partie du proembryon issue de *ca* et la région supérieure de sa cellule basale (*fig.* 1). La cellule *hc* s'hypertrophie par la suite, sans se segmenter, et présente tous les caractères d'un haustorium chalazien (*fig.* 4, 6 et 8). La cellule *al* se divise en quatre par deux cloisons verticales cruciales (*fig.* 2), puis des parois transversales amènent la formation de huit éléments, disposés en deux étages (*fig.* 3). A un stade précoce mais variable, on assiste à la séparation de cellules enveloppant le globule embryonnaire de façon plus ou moins complète (*fig.* 4, 6 et 7); leur forme, leur origine, différentes selon les échantillons, sont conditionnées, avant tout, par l'allongement initial et la position du proembryon qui font varier le niveau d'insertion des premières cloisons transversales de l'albumen. Par la suite, les cellules qui sont situées au-dessus de l'embryon se divisent un grand nombre de fois, envahissant la cavité du sac embryonnaire (*fig.* 9) et repoussant devant elles l'haustorium chalazien (*fig.* 8).

C'est du type *Acre* de Mauritzon que se rapprocherait le *Cotyledon Umbilicus*, mais les divisions de son albumen perdent toute régularité dès le quatrième stade.

On sait que la cellule basale du proembryon reste indivise et constitue la partie fondamentale du suspenseur. Elle s'hypertrophie, passe au delà de l'épiderme nucellaire au niveau du micropyle et s'élargit en dehors en une vésicule externe où passe le noyau fortement agrandi (*fig.* 1 et 2). De cette sorte de hernie, partent des suçoirs qui se créent un passage entre les cellules du tégument formant la partie antérieure de l'ovule. Le noyau de la cellule basale émigre d'abord dans la vésicule externe (*fig.* 2 et 4), puis regagne généralement son emplacement primitif, à une époque avoisinant le moment où l'hypophyse se différencie dans l'embryon (*fig.* 6). Lorsqu'il accompagne, beaucoup plus rarement, l'extrémité d'un des suçoirs (*fig.* 3), il se maintient au point extrême de sa pénétration et cette anomalie semble influer de façon parfois fâcheuse sur le développement ultérieur du sporophyte (*fig.* 7).

La présence de cellules basales à caractère haustorial est générale chez les Crassulacées. Chez le *Sedum acre*, le noyau se fragmente dès qu'il pénètre dans la hernie et ne laisserait d'autres traces que des particules de chromatine, dispersées dans les suçoirs ([3]). Mauritzon distingue deux formes d'haustoriums : dans la première (*Sedum*, *Umbilicus*), les ramifications tentaculaires sont développées et la migration du noyau dans la vésicule externe est exceptionnelle; dans la deuxième (la plupart des *Crassula*), il n'existe pas de suçoirs, mais la vésicule s'hypertrophie au point d'entourer la partie supérieure du nucelle d'une sorte de calotte. Le *Crassula macrantha* ferait exception à la seconde forme; il se rapprocherait du *Cotyledon Umbilicus* par la formation de quelques tentacules à partir de la hernie. Cependant le *Cotyledon* se distingue encore de toutes les autres Crassulacées par le va-et-vient de son noyau, comportement que Mauritzon ne signale chez aucune des espèces qu'il a étudiées.

---

(2) *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 1311.
(3) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 74, 1927, p. 234.

CHIMIE AGRICOLE. — *Évolution biochimique des bases* K_2O, CaO, MgO *au cours du vieillissement de la feuille chez quelques plantes pérennes.* Note de MM. **Louis Maume** et **Jacques Dulac**, présentée par M. Maurice Javillier.

Analyser toutes les feuilles d'une plante à un moment donné, c'est considérer non pas un ensemble de tissus accomplissant au même moment la même fonction physiologique, mais des organes d'âge différent. C'est interroger non pas l'organe feuille, mais le système foliacé. Le vieillissement chimique est un fait à n'observer périodiquement que sur une feuille prise en place convenablement choisie, ce que nous faisons par le diagnostic foliaire.

Nos nombreuses observations sur Vigne nous ont permis de constater que, si la matière sèche de la feuille s'appauvrit d'une façon presque régulière en N, P_2O_5, K_2O au fur et à mesure que celle-ci vieillit, la chaux, par contre, et, dans une certaine mesure, la magnésie, s'y accumulent. D'autre part, dans un travail ancien, Lagatu et l'un de nous considéraient comme démontrée l'étroite solidarité des états successifs du chimisme de la feuille de Vigne pour ce qui est des bases, potasse, chaux et magnésie ([1]). Les faits nouveaux que nous désirons mettre en évidence nous permettent de porter un jugement plus général sur l'ensemble de cette question. Nos nouvelles observations font apparaître en effet, pour K_2O, CaO, MgO, une loi générale de l'évolution de ces bases, chez la Vigne et chez les arbres fruitiers.

Pour obtenir des chiffres chimiquement comparables, transformons en univalences milligrammes alcalines ([2]) les masses K_2O, CaO, MgO dans 100^g de matière sèche. Si M_x, M_y, M_z sont les chiffres donnés par l'analyse, A_x, A_y, A_z les mêmes quantités exprimées en univalences milligrammes alcalines, de par la relation

$$A_x = 1000\frac{M_x}{\frac{1}{2}K_2O}, \qquad A_y = 1000\frac{M_y}{\frac{1}{2}CaO}, \qquad A_z = 1000\frac{M_z}{\frac{1}{2}MgO};$$

$A_x + A_y + A_z = S$ représente l'alcalinité totale des trois bases pour 100^g de matière sèche.

Conclusion. — 1° L'alcalinité totale S exprimée en univalences milligrammes augmente constamment avec l'âge de l'organe feuille.

2° L'alcalinité potasse diminue d'une façon sensiblement régulière au cours du vieillissement ([3]). L'alcalinité chaux et l'alcalinité magnésie varient dans un sens opposé.

([1]) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 182.

([2]) L'univalence mg alcaline neutralise exactement une molécule mg de ClH.

([3]) Les remontées de K_2O dans la feuille, constatées parfois au cours de la végétation, sont explicables par des conditions météorologiques.

Époque d'échantillonnage.	Masses pour 100g de matière sèche. K_2O. M_x.	CaO. M_y.	MgO. M_z.	Univalences alcalines correspondantes (mg). K_2O. A_x.	CaO. A_y.	MgO. A_z.	Alcalinité totale pour 100g de matière sèche. S.
ABRICOTIERS.							
25 avril 1944.......	2,36	1,45	1,13	50,10	51,78	56,22	158,10
27 mai »	2,40	4,00	0,94	50,95	142,85	46,77	240,57
17 juin »	1,90	5,50	1,25	40,34	196,43	62,19	298,96
12 juillet »	1,40	6,05	1,28	29,72	216,07	63,68	309,47
12 août »	1,30	6,90	1,29	27,60	246,42	64,18	338,20
30 avril 1945.......	1,60	3,00	0,88	33,97	107,14	43,78	184,89
28 mai »	1,52	5,05	1,20	32,27	180,35	59,70	272,32
18 juin »	1,32	5,95	1,30	28,02	212,50	64,68	305,20
12 juillet »	1,00	6,40	1,32	21,23	228,57	66,2	316
20 août »	0,95	7,90	1,68	20,17	282,14	72,47	374,78
VIGNE. *Terrain calcaire.*							
18 mai............	1,53	2,75	1,21	32,48	98,21	60,20	190,89
19 juin............	0,97	3,70	1,42	20,59	132,14	70,65	223,38
23 juillet...........	0,69	4,60	1,80	14,65	164,28	89,55	268,48
10 août............	0,35	5,15	1,93	7,43	183,93	96,02	287,38
6 septembre.......	0,27	5,40	2,11	5,73	192,85	104,98	303,56
Terrain non calcaire.							
15 mai............	2,25	1,10	0,24	47,77	39,29	11,94	99,00
17 juin............	2,26	2,15	0,35	47,98	76,78	17,41	142,17
16 juillet...........	1,80	2,30	0,60	38,22	82,14	29,85	150,21
19 août............	1,70	2,90	0,80	36,09	103,57	39,80	179,46
10 septembre.......	1,40	3,70	0,95	29,72	132,14	47,26	209,12
Non greffée, sur sable.							
Mai...............	1,47	1,50	0,52	31,21	53,57	25,87	110,65
Juin...............	1,64	2,30	0,58	34,81	82,14	28,85	145,80
Juillet.............	1,17	2,80	0,63	24,84	99,99	31,34	156,17
Août...............	1,12	3,30	0,75	23,77	117,85	37,31	179,93

3° Les observations précédentes sont valables pour toutes les plantes pérennes étudiées et quelle que soit l'année météorologique ([4]).

4° Nous avons la preuve sur Vigne que la nature du sol (calcaire ou non) ne change rien à la loi générale.

5° La feuille des vignes non greffées présente les mêmes caractères chimiques du vieillissement que la feuille des vignes greffées.

Ces faits reconnus, il n'est pas interdit de chercher les moyens de modifier la courbe suivant laquelle la feuille s'achemine vers son destin. On ne saurait en effet ignorer le rôle que peuvent jouer à ce propos certaines interventions culturales; mais c'est là un autre aspect du problème.

([4]) Nous n'avons mentionné que les résultats de 1944 et 1945 sur abricotiers, mais nos conclusions résultent de 7 années d'expériences sur abricotiers et pruniers.

PHYSIOLOGIE. — *La circulation du sang dans l'os.* Note de MM. **Augusto Lamas**, **Dias Amado** et **Jaime Celestino da Costa**, présentée par M. René Leriche.

Deux observations sont à l'origine de ce travail :

1° Au cours de nombreuses artériographies chez l'Homme, quelle que soit la substance injectée, quel que soit le débit de l'injection, jamais nous n'avons obtenu l'image d'une artère osseuse. Chez le Chien nous avons vérifié qu'il en était de même.

2° L'injection intra-artérielle de substances médicamenteuses, en particulier de pénicilline, très active contre les infections des parties molles, est peu efficace ou d'effet nul dans les infections intra-osseuses.

Nous nous sommes demandé pourquoi il en était ainsi, et ceci nous a conduits à étudier expérimentalement et histologiquement la circulation sanguine dans l'os. Nous n'avons pas trouvé de documents sur ce point. Seul Leriche dit que la circulation paraît ralentie dans l'os.

Expérimentalement, nous avons vu que, si l'on injecte une solution de carmin d'indigo dans l'iliaque externe chez les chiens, le temps mis par le colorant pour arriver dans les téguments, dans une plaie faite aux parties molles et dans l'os sectionné, n'est pas le même. Il faut 4 secondes pour qu'il arrive dans la plaie des parties molles, 7 secondes pour qu'on le trouve dans les téguments, et 1 minute ou plus pour qu'on le décèle dans l'os, où sa teinte est toujours très pâle, comme s'il était dilué. Donc la circulation de l'os est ralentie.

Histologiquement, nous avons trouvé que l'artère nourricière a des parois très épaisses avec une musculaire très développée et une intima dense. En entrant dans l'os, elle se divise en deux branches, l'une ascendante, l'autre descendante, qui se déversent toutes deux dans des lacs sanguins dont les parois sont fines et très larges. Elles ont la même structure que l'artère nourricière dont elles proviennent.

Dans le périoste, il n'y a presque pas de vaisseaux sanguins.

Dans l'épaisseur même de l'os, les vaisseaux sont de deux types : les uns ont la même structure que l'artère nourricière, forte musculature, couche circulaire de fibres longitudinales et lames élastiques lumière, très réduite ; c'est la structure des canaux de Sucquet. Les autres sont réduits à un endothélium et à une couche conjonctive. Ce sont les vaisseaux haversiens. Il n'y en a qu'un par système.

Il semble donc que toutes les conditions soient réunies pour qu'il y ait de la stase dans l'os. Il nous semble que toute la pathologie doit être reprise sous cet angle. Probablement, ce que nous attribuons à de l'ischémie est dû à de la stase. D'autre part, les artères osseuses ne semblent pas capables de fournir à une lésion donnée une grande quantité de sang. Si l'on regarde des artério-

graphies de tumeurs osseuses, on voit que toute la circulation de la tumeur vient d'artères extra-osseuses, ce qui est bien singulier pour une lésion que l'on considère comme débutant souvent au centre même de l'os.

EMBRYOGÉNIE. — *Croissance fœtale du squelette axial des Ruminants.* Note de M. **Marcel Abeloos**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les longueurs des différentes régions de la colonne vertébrale, cervicale, dorsale, lombaire, sacrée et caudale, ont été mesurées sur des séries de fœtus de Veau et de Mouton. En vue d'apprécier l'allongement ou le raccourcissement relatifs du squelette axial au cours du développement, les longueurs obtenues ont été comparées à la racine cubique du poids total du fœtus, considérée comme représentant une dimension linéaire globale. Les variations du logarithme des longueurs, en fonction du tiers du logarithme du poids, obéissent aux lois linéaires habituelles de la croissance allométrique.

Chez le Veau comme chez le Mouton, et pour la plupart des longueurs mesurées, les points figuratifs s'alignent sur trois segments de droites distincts, définissant trois *étapes* successives de la croissance fœtale du rachis :

1° Une première étape, que j'appellerai phase de *prise de forme*, se termine pour des poids sensiblement égaux (25^g environ) dans les deux espèces. Elle est caractérisée par des coefficients d'allométrie (α) supérieurs à l'unité pour toutes les parties de la colonne vertébrale (1,35 pour les régions cervicale et dorsale), c'est-à-dire par une élongation relative de la forme du corps. L'embryon, primitivement massif, se transforme durant cette phase en un fœtus d'aspect plus gracile, offrant déjà la physionomie générale de l'animal adulte.

La fin de cette première étape de croissance paraît coïncider, dans les deux espèces, avec le remplacement du mésonéphros embryonnaire par le métanéphros définitif. De plus, bien que les données chronologiques soient assez imprécises, il semble qu'elle soit contemporaine d'un premier abaissement du taux de la croissance globale en fonction du temps.

2° Une seconde étape de la croissance du squelette axial est définie par des coefficients d'allométrie (α) beaucoup plus faibles, voisins de l'unité, mais en général légèrement inférieurs, indiquant un arrêt ou une régression dans l'allongement relatif de la forme.

3° Une troisième étape, qui se poursuivra jusqu'à la naissance, débute chez le Mouton pour un poids corporel d'environ 300^g et, chez le Veau, pour un poids de 1^{kg}. Son avènement coïncide, dans les deux espèces, avec un stade critique de la croissance relative de nombreux organes glandulaires [1], avec

[1] Cf. M. Abeloos, *Comptes rendus*, **222**, 1946, pp. 241 et 342.

l'entrée en fonction de la thyroïde et du pancréas endocrine et la descente des testicules dans le scrotum et avec un nouvel abaissement du taux de la croissance globale. Cette troisième étape, qu'on peut qualifier d'*hormonique*, est caractérisée, sauf pour la région caudale, par un relèvement de tous les coefficients d'allométrie du squelette axial, qui prennent des valeurs supérieures à l'unité et intermédiaires entre celles des deux étapes précédentes.

L'appareil de croissance des vertèbres se révèle donc sensible au changement du *milieu humoral* qui marque le passage de la phase *anhormonique* à la phase *hormonique* de la croissance. Cette sensibilité se manifestera à nouveau lors de la modification du milieu humoral qui coïncide avec la naissance.

Au cours de chacune de ces étapes, chaque région de la colonne vertébrale peut présenter un coefficient d'allométrie particulier. Ces différences régionales n'indiquent pas un gradient axial régulier. L'ordre de classement des régions peut varier d'une étape à l'autre et dans des sens différents chez le Veau et le Mouton. Durant la phase de prise de forme, les coefficients sont sensiblement égaux dans les deux espèces et présentent leur valeur minima dans la région sacrée. Par la suite, les coefficients du Mouton demeurent inférieurs aux coefficients correspondants du Veau. Les changements dans les proportions relatives restent d'ailleurs peu considérables.

Ces résultats confirment donc et complètent les conclusions tirées de l'analyse de la croissance relative des viscères, au sujet de la subdivision de la période fœtale de croissance en étapes ou phases. J'ajouterai quelques précisions en ce qui concerne la chronologie des trois phases de croissance. La phase de prise de forme est plus courte chez le Mouton que chez le Veau. La phase anhormonique, qui correspond au même taux de croissance globale dans les deux espèces, est également un peu plus courte chez le Mouton (1 mois 1/2) que chez le Veau (2 mois); elle multiplie le poids par 15 chez le Mouton, par 50 chez le Veau. Quant à la phase hormonique, dont le taux de croissance est plus élevé chez le Mouton, elle est beaucoup plus courte chez le Mouton (2 mois) que chez le Veau (5 à 6 mois); elle multiplie le poids par 10 chez le Mouton, par 30 chez le Veau. Le rapport des poids des deux espèces aux stades critiques correspondants, égal à l'unité à la fin de la phase de prise de forme, s'élève à 3 au début de la phase hormonique, à 10 environ à la naissance.

MORPHOGÉNÈSE EXPÉRIMENTALE. — *Sur une greffe de peau chez une Annélide polychète*, Spirographis Spallanzanii *Viviani.* Note de Mlle **Geneviève Bobin**, présentée par M. Louis Fage.

L'étude générale de la morphogénèse des soies chez les Annélides Polychètes (1) m'a conduite à aborder le domaine expérimental. J'ai d'une

(1) *Ann. Inst. Océan.*, 1944, 106 p., 28 fig., 6 pl.; 22, 1 (*Thèse*, 1943).

part examiné les faits histologiques relatifs à la réorganisation des appendices sétigères lors de la régénération antérieure chez la Sabelle ([1]); j'ai d'autre part recueilli, pour la même espèce, les observations consécutives à l'ablation des soies longues. J'ai enfin tenté, cette fois chez le Spirographe, des greffes de peau; j'en ai signalé les premiers essais, à titre indicatif ([1]), comme le prélude à des recherches que je reprends actuellement.

Les premiers résultats, issus d'expériences entreprises à Roscoff, ont abouti à la mise au point d'une technique délicate directement inspirée, sauf quelques modifications exigées par le matériel marin, des travaux expérimentaux d'Avel sur les Oligochètes ([2]).

Morphologie. — Le porte-greffe est un Spirographe de taille moyenne sur le dos duquel j'ai transplanté un lambeau de peau muni de soies, provenant de l'extrémité latéro-pygidiale d'un individu plus petit. Le greffon intéresse une dizaine de segments successifs; ses appendices sont disposés parallèlement à ceux de l'hôte. Il est maintenu en place et suturé au fil d'argent. Au bout de six jours le greffon est pris et les fils tombent d'eux-mêmes. Le ver, privé de tube, s'agite et se contracte sans cesse, ce qui est très nuisible aux tissus opérés; on pare à cet inconvénient en plaçant l'animal en expérience dans un tube de verre de diamètre approprié, fermé postérieurement par une étamine. Le Spirographe, en parfait état, est ainsi gardé pendant 25 jours, au bout desquels il est procédé à une photographie de la zone greffée et à une fixation au Bouin-Duboscq. A part quelques soies expulsées, par réaction aux traumatismes de l'opération ou de la fixation, je ne constate, à l'examen direct, aucun changement notable dans l'allure et la constitution des parapodes transplantés, et la continuité entre les tissus du greffon et de l'hôte est entièrement établie.

Histologie. — J'ai partagé en deux la région greffée pour effectuer des coupes transversales et longitudino-frontales du ver à ce niveau. Les coupes, épaisses de 5μ, ont été colorées à l'hématoxyline-éosine-vert lumière. Les sections longitudinales de l'hôte intéressent le greffon tangentiellement; on distingue dans celui-ci des soies longues et des séries de crochets, en bon état, malgré leur situation nouvelle, rendue volontairement aberrante par l'expérience.

Les coupes transversales, plus explicites, permettent de repérer la position exacte du greffon et les rapports de ses tissus propres avec ceux du porteur. Il y a continuité d'un épiderme à l'autre. La musculature de l'hôte, cicatrisée, tend à gagner de part et d'autre, sous la peau transplantée. Les appendices du greffon ne semblent avoir subi aucun dommage sérieux, à l'étape envisagée. Leur succession montre un développement progressif des bulbes sétigères et des tores uncinigères tel qu'il est habituel de le constater sur un pygidium normal, considéré de l'arrière vers l'avant. On passe en effet de stades très jeunes, où les appendices comptent seulement quelques crochets, ou soies, en

([2]) *Bull. Biol. France et Belgique*, 63, 1929, p. 149, 4 pl., 12 fig.

pleine croissance, dans des follicules aux cellules actives, à des stades déjà plus âgés, où les soies sont plus grandes et nombreuses et dont plusieurs sont adultes. Le greffon, tel qu'il se révèle au bout de 25 jours, conserve donc les caractéristiques de la zone normale ou du moins les apparences. Les soies subsistent, c'est un fait, mais continuent-elles à croître et dans quelles conditions? C'est ce que démontreront les prochaines tentatives expérimentales, identiques à celles-ci ou modifiées, surtout quant à l'orientation du greffon.

De cette description d'un cas isolé il faut, tout en se gardant de généraliser, retenir la mise au point d'une technique permettant de réussir des greffes chez le Spirographe, et le fait que, pour la greffe dont il s'agit, les soies et leurs dépendances ont subsisté, en dépit de leur situation anormale et des perturbations locales ainsi créées. Des expériences ultérieures préciseront la stabilité ou la variabilité du phénomène indiqué, en relation avec les différents facteurs mis en œuvre.

IMMUNOLOGIE. — *Sur l'immunité dans le cas du crown-gall chez* Pelargonium zonale. Note [1] de M. **Boris Rybak**, présentée par M. Joseph Magrou.

1. Les réactions d'hypersensibilité décrites par J. Magrou [2], caractérisées par des éclatements longitudinaux de la tige, après inoculations de *Bacterium tumefaciens* virulent à distance de la tumeur produite antérieurement par la même bactérie, peuvent être obtenues également par inoculation à des tiges saines de *Bacterium tumefaciens* tué par chauffage à 56° C. pendant une heure. Cependant ces inoculations ne confèrent à la plante qu'une immunité tout à fait légère; en effet, par réinoculation de bactéries virulentes, on peut constater que des tumeurs se développent même autour des régions d'inoculation des bactéries tuées (photographie *a*) ces dernières tumeurs restant toutefois très petites (photographie *b*).

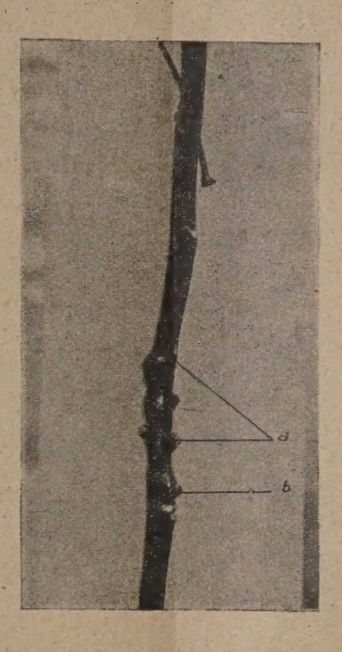
2. Les réactions d'éclatement fusiforme longitudinal sont dues à un processus de détoxication cellulaire; sous l'influence des toxines de l'agent pathogène vivant, les cellules de la plante infestée prolifèrent activement, ce qui conduit, par suite du métabolisme élevé de ces cellules, à la libération d'une grande quantité de substances de déchet (le pH devient moins acide) qui diffusent et s'accumulent lentement et continuellement à des distances variables, mais toujours petites de la région infectée. Si, après 1 à 2 mois, on inocule *Bacterium tumefaciens* virulent dans les cellules proches de la tumeur, sous l'influence des toxines bactériennes les cellules affectées vont procéder à leur tour à une détoxication; mais, sensibilisées par les produits toxiques venus de la tumeur, non seulement les cellules connexes aux nouveaux points d'infection meurent

---

[1] Séance du 3 juin 1946.

[2] *Ann. Institut Pasteur*, 60, 1938, p. 565.

en formant rapidement un liège vulnéraire en profondeur, mais encore, les cellules immédiatement inférieures et supérieures à ces points, dans lesquelles les toxines bactériennes ont pu pénétrer, meurent elles aussi, amorçant ainsi le fuseau d'éclatement. La déshydratation qui en résulte provoque l'écartement



de toutes ces cellules subérifiées et, par tension tangentielle, une déchirure fusiforme.

3. Dans le cas de l'inoculation des bactéries tuées par chauffage, le processus est un peu différent. Ici, du fait qu'elles sont tuées, les bactéries sont très perméables et déversent abondamment leurs toxines qui diffusent longitudinalement à très courte distance du point d'inoculation. Ces toxines, qui à certaines doses faibles sont mitogénétiques, deviennent nécrobiotiques aux doses beaucoup plus fortes qui sont de l'ordre de celles des bactéries en voie d'autolyse. Ces fuseaux sont d'ailleurs toujours beaucoup plus étroits et beaucoup plus courts que ceux obtenus par inoculation de bactéries virulentes près d'une tumeur.

Ainsi l'état réfractaire aux réinoculations est dû à un double processus de détoxication conduisant à une intoxication (absence d'émonctoires chez les plantes et pouvoir d'assimilation des produits toxiques par les cellules de *Pelargonium zonale* pratiquement nul). Une preuve en est dans l'expérience suivante : si l'on inocule, même en faible quantité, *Bacterium tumefaciens* virulent en plusieurs points d'une tumeur en pleine évolution, celle-ci se dessèche rapidement et le rameau qui la supporte ne meurt pas.

Bien que, dans une même famille de plantes, sur une quarantaine de plantes traitées il y ait eu deux cas où des tumeurs par deuxième inoculation se sont

développées à 3^{cm} de la tumeur primaire en donnant toujours lieu à des éclatements fusiformes et en se desséchant au bout de 2-3 semaines, bien que l'immunisation donc admette de rares cas d'espèce, les résultats négatifs constants fournis par Nobécourt [3] après essais sur Ricin et sur Euphorbe peuvent s'expliquer de deux façons :

a. l'auteur a tenté les réinoculations trop loin de la tumeur;

b. le Ricin, particulièrement, possède une plasticité cellulaire bien connue qui se manifeste par la possibilité de répondre aux irritations en formant plusieurs rangées de cellules nouvelles, alors que la plupart des autres plantes n'en forment qu'une seule dans les mêmes conditions; autrement dit le Ricin possède un haut potentiel morphogénétique.

A 15^{h}35^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^{h}5^m.

L. B.

---

(3) *Thèse*, Lyon, 1927, pp. 138-141.

ERRATA.

—

(Séance du 20 mai 1946).

Note de MM. *Marcel Pauthenier, Lucien Demon* et *Émile Laurent,* La contre-émission secondaire dans les fibres électriques :

Page 1219, ligne 1, *au lieu de* fibres, *lire* filtres.

(Séance du 3 juin 1946.)

Note de MM. *Marcel Pauthenier, Lucien Demon* et *Émile Laurent,* Un cas de double émission secondaire entre électrodes planes :

Page 1339, ligne 26, *au lieu de* plateaux à bords arrondis de 60^{cm}, *lire* plateaux à bords arrondis de 60^{mm}.